www.radio.ru

4 • 2021

РАДИО

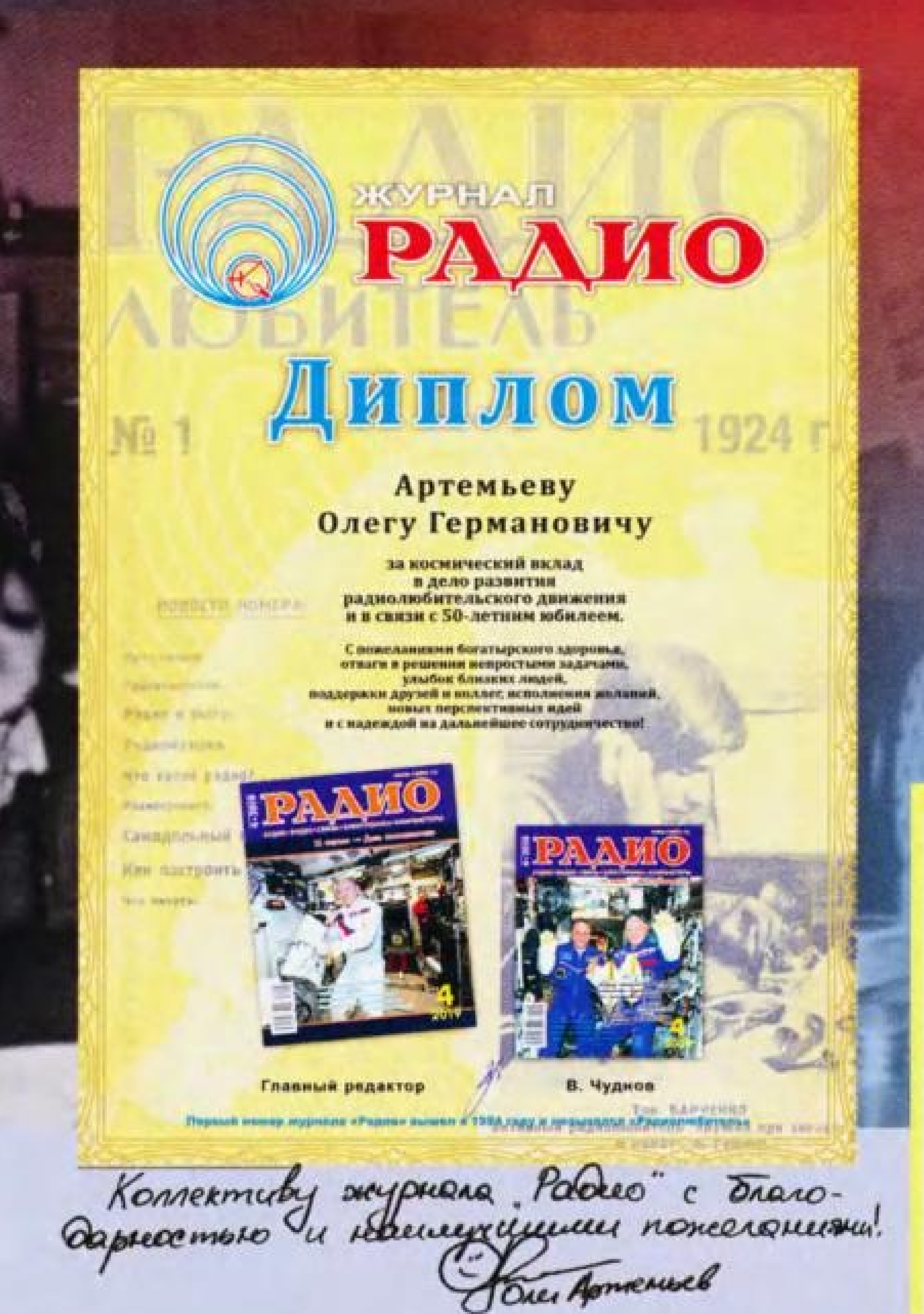
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Радиолюбительские проекты на МКС

О. АРТЕМЬЕВ, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл., С. САМБУРОВ, г. Королёв Московской обл., С. ЕМЕЛЬЯНОВ, д-р техн. наук, О. ЛАРИНА, д-р юрид. наук, Е. ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, Е. ТИТЕНКО, канд. техн. наук, С. ФРОЛОВ, канд. техн. наук, Д. ДОБРОСЕРДОВ, Д. ЗАРУБИН, А. ЩИТОВ, г. Курск

(см. статью на с. 7)



ЖУРНАЛ РАДИО

Диплом

Артемьеву
Олегу Германовичу

за космический вклад
в дело развития
радиолюбительского движения
и в связи с 50-летним юбилеем.

С пожеланиями богатырского здоровья,
отваги в решении непростыми задачами,
улыбок близких людей,
поддержки друзей и коллег, исполнения желаний,
новых перспективных идей
и с надеждой на дальнейшее сотрудничество!

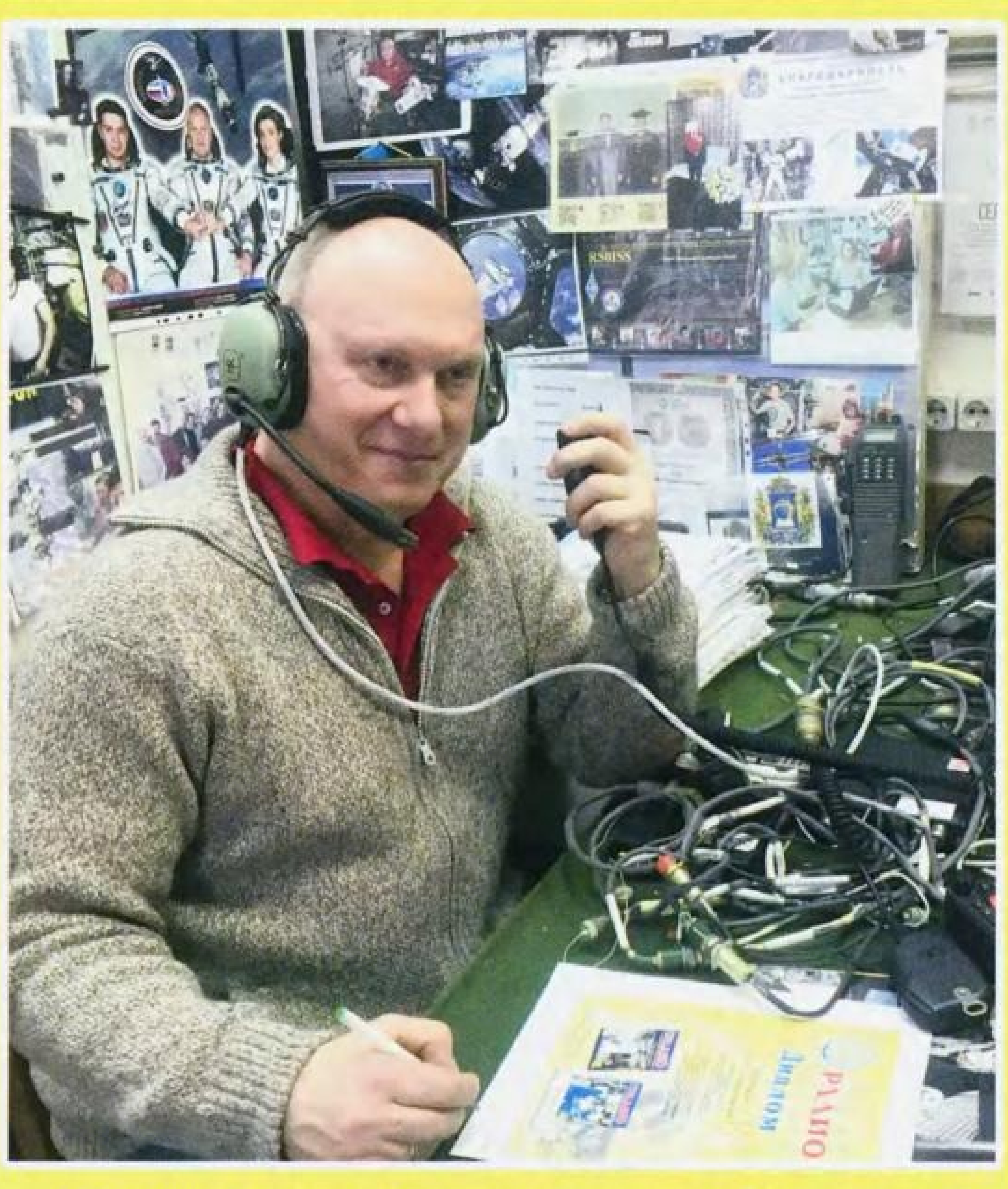
Главный редактор В. Чуднов

Коллективу журнала „Радио" с благодарностью и наилучшими пожеланиями!
Олег Артемьев

В эфире — ИСЗ

Как только были включены радиопередатчики на первом в мире советском искусственном спутнике Земли, радиолюбители во всех уголках земного шара начали свои наблюдения за сигналами, доносившимися из Космоса.

Особую активность в этой большой и исключительно важной для науки работе проявили советские радиолюбители. Тысячи коротковолновиков и ультра коротковолновиков днем и ночью дежурили на коллектив-



С момента запуска первого спутника Земли журнал "Радио" не раз публиковал статьи, рассказывающие о радиолюбителях, так или иначе связанных с исследованием космоса. Неоспоримую и, пожалуй, единственную помощь в их увлечениях оказывают наши космонавты.

Один из них — Олег Артемьев — недавно был награждён дипломом журнала "Радио" за активный вклад в дело развития радиолюбительского движения и в связи с 50-летним юбилеем.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. 12 апреля — День космонавтики (см. статью на с. 7).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ НА МК
УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ АС
УПРАВЛЯЕМ САДОВЫМ НАСОСОМ
РОБОТ-ГУМАНОИД

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 05.03.2021 г.

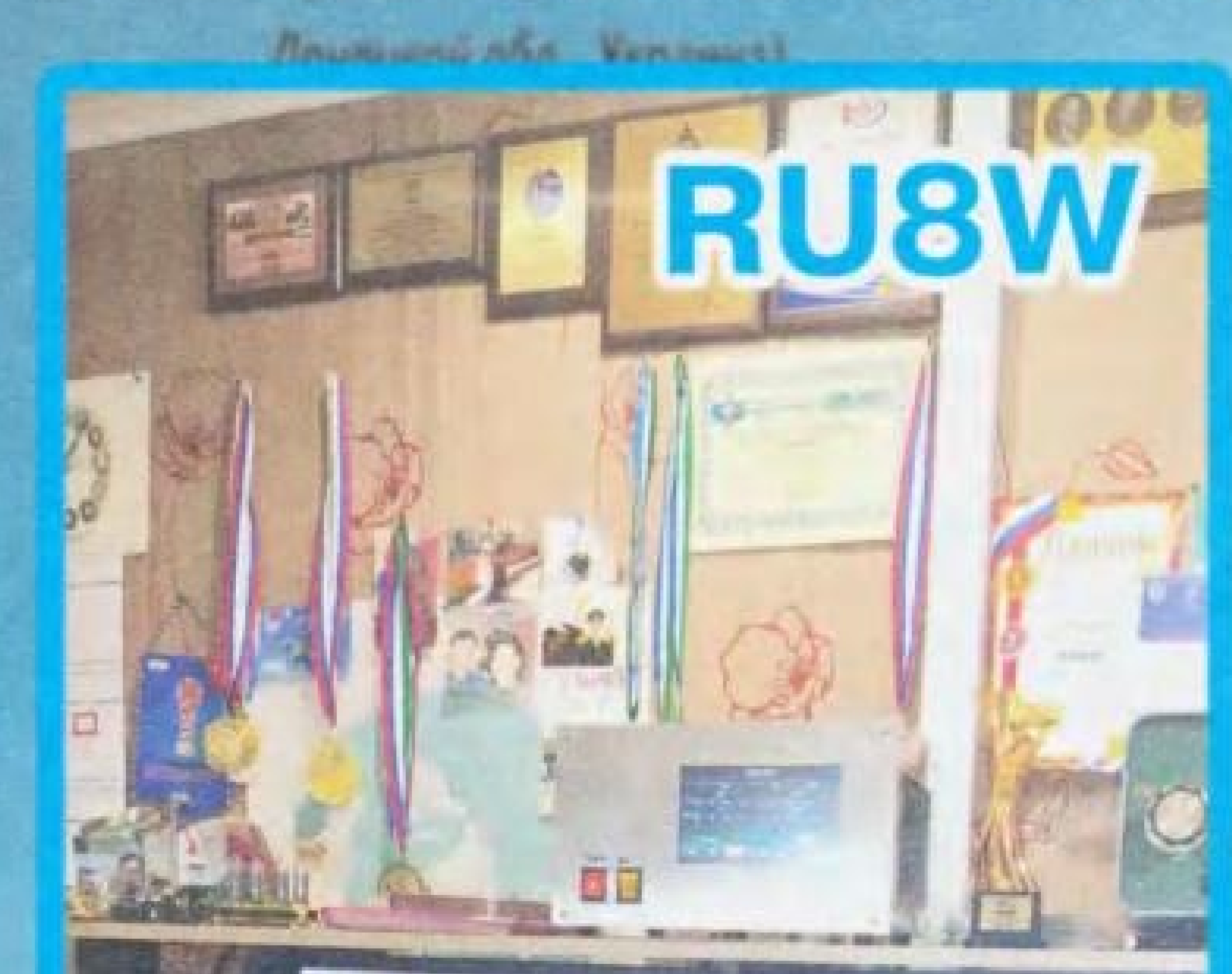
Итоги Russian "RADIO" WW RTTY Contest

2020

(см. статью на с. 49)



Leon Dudicz (SP5DL) — победитель в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц.



Урал Кинзягулов (RU8W) занял первое место в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц.

Юрий Куриный (RG9A) показал лучший результат в многодиапазонном зачёте.





Издаётся с 1924 года

РАДИО®

4•2021

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.03.2021 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01426-21.

За разумное манипулирование разумом!

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Разумный человек ставит себе предел даже в добрых делах."

(Мишель де Монтень)

Процесс познания бесконечен. Возникают и меняются научные дисциплины, технологии, индустрии, профессии, философия и право. Казалось бы, не меняется пока только мозг, в котором всё это размещается.

На стыке, казалось бы, нестыкуемого регулярно возникают как фантастические произведения, так и инновации. Вооружаясь новыми знаниями, человечество вплотную подступает к раскрытию тайн мозга, пытаясь понять, что такое разум. Хочется достигнуть таких же результатов, как у мозга, с точки зрения эффективности, производительности и пр., с помощью суперкомпьютеров или каким-то образом вмешаться в его работу с помощью нейроинтерфейсов. Получается, что поведением человека можно манипулировать, причём порой даже без его согласия с помощью информационных технологий (ИТ). А раз так, то нейробиология (наука о мозге) сливается с психологией в нейропсихологию, а юристы вместе с нейробиологами уже заговорили о нейроправе.

Ранее в журнале уже упоминалось о знаковом выступлении известного американского предпринимателя Илона Маска на конференции Code Conference в Калифорнии в июне 2016 г., когда он сказал, что нейроинтерфейс должен стать "цифровым слоем" над корой головного мозга, а подключение мозга к компьютеру планируется осуществлять с помощью миниатюрного чипа. Ну а 17 июля 2019 г. Илон Маск и руководители его стартапа Neuralink впервые продемонстрировали результаты реализации беспроводного нейроинтерфейса, имплантированного в мозг двух свиней.

Поскольку прямой контакт мозга с компьютерами и другой техникой может быть двухсторонним, то вскоре, похоже, речь пойдёт не только о купировании болезни Паркинсона, эпилепсии, паралича и др., но и об "усовершенствовании" людей как с точки зрения когнитивных способностей, так и всего, что ещё придёт в голову исследователям и тем, кто стоит за их спинами. Типа, у вас недостаточно компетенций? — Так мы вам подгрузим...

У каждой медали, как водится, две стороны, поэтому в конце декабря минувшего года учёные, объединившиеся в группу Morningside Group, потребовали внести во Всеобщую декларацию о правах человека ООН набор "нейроправ", призванных защитить от злоупотреблений новыми технологиями, в том числе права на собственную личность, свободу воли, ментальную приватность, равный доступ к средствам расширения возможностей мозга и защиту от алгоритмической предвзятости.

Таким образом, всё высказанное уже далеко не фантастика. Современные достижения в области глубокой стимуляции мозга не только позволяют отслеживать настроение и эмоции, но и открывают возможности для манипуляций с разумом. Ну, а развитие беспроводных нейроинтерфейсов предоставляет последним много степеней свободы.

Нейробиологи предостерегают о том, что достижения в области глубокой стимуляции мозга, носимых анализаторов

электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и интерфейсов мозг-компьютер открывают в перспективе широкие возможности для манипуляций с разумом, в связи с чем появляется настоятельная потребность в законах, которые бы защищали людей путём регулирования использования подобных новшеств.

В частности, в США уже одобрены процедуры имплантации электродов в мозг для лечения болезни Паркинсона, эпилепсии и не только, а некоторые компании продают носимые устройства для мониторинга мозговой активности, способные отслеживать настроение и эмоции. Более того, учёные отмечают, что уже проверенная на животных возможность изменения состояния нейронов означает принципиальную возможность вмешательства в мысли человека. Потом появится возможность биохимического контроля за сознанием и генетические манипуляции с людьми. В частности, не исключено, что нейротехнологии позволяют менять предпочтения людей без их согласия для маркетинговых или иных целей.

Первый прецедент внимания властей к этой сфере уже есть. В ноябре прошлого года правительство Испании предложило новые правила регулирования искусственного интеллекта, в которых есть и пункты о нейроправах. Почему?

Потому что бездумное отношение к нейронауке в целом несёт в себе немало рисков как для будущего человечества, так и для каждой конкретной личности. С одной стороны, уже можно наблюдать слишком упрощённое и преждевременное применение нейронауки в коммерческой, клинической сферах, в области права и философии. С другой стороны, модное ныне допущение, что главным уровнем анализа человеческого поведения является объяснение на уровне мозга и что якобы личностью и психикой, т. е. психическими продуктами активности мозга, можно пренебречь, является наверняка ошибочным. Собственно, это может коснуться каждого. Даже тех, кто безоглядно верит в могущество ИТ, которые "могут всё".

У специалистов из разных областей знаний возникает к современной нейробиологии много вопросов. В полной ли мере человек отвечает за свои поступки? Существуют ли факторы, способные подавить его волю? В частности, над этими вопросами уже не один десяток лет бьются нейрофизиологи, пытающиеся доказать, что некоторые поступки совершаются людьми только из-за особенностей их мозга. Получается у них это не всегда. К тому же в части подавления воли могут по-новому заявить о себе указанные выше достижения ИТ. Поэтому немного истории.

Когда нейрофизиолог Элизабет Сауэлл опубликовала в 2003 г. в журнале Nature Neuroscience свою статью о взрослении мозга, она вряд ли предполагала, что всего через пару лет Верховный суд США, основываясь на её исследовании, запретит казнить несовершеннолетних. И тем более она не ожидала, что её работу, как и тысячи других, доказывающих, что человек способен совершать дурные поступки не только по своей воле, но и из-за особенностей своего мозга, будут использовать для оправдания настоящих преступников.

Кстати, ещё в 1998 г. американский суд запретил казнить лиц, которым на момент нарушения закона не было 15 лет. Чуть позже, в 2002 г., Верховный суд США отменил смертный приговор для умственно отсталых преступников, напрямую связав наказание с наличием патологии головного мозга.

Начиная с 1990-х годов исследователи начали рассматривать особенности извилин человека как новый аспект правовых явлений. Для этого был сформулирован специальный термин — "нейроправо", означающий междисциплинарную область знаний, которые образуются при взаимодействии нейронаук и юридической практики. Сторонники нейроправа настаивают, что всё новые и новые сведения о мозге, открываемые учёными, должны учитываться в суде.

Суть явления легко объяснить на примере. В 1978 г. американец Терри Харрингтон был приговорён к пожизненному заключению за убийство ночного сторожа. Сам подсудимый виновным себя не признал, заявив, что в момент совершения преступления был на концерте. Но свидетельских показаний и следов пороха на одежде Харрингтона оказалось достаточно, чтобы осудить его. Однако никто не ожидал, что через 23 года Харрингтон потребует пересмотреть своё дело, предоставив в качестве доказательства своей невиновности результаты ЭЭГ — записи биоэлектрической активности мозга, который, как оказалось, по-разному реагирует на разные раздражители. Незадолго до этого учёные выяснили, что если показать или сказать известную исследуемому информацию, то на 1/3 секунды восприятия появляется так называемая волна P300 — это компонент вызванной биоэлектрической активности мозга положительной полярности продолжительностью 300 мс. Что важно — мозг реагирует автоматически, а значит, не может соврать.

Короче говоря, в ходе проведённого эксперимента мозг Харрингтона не отреагировал на фотографии с места преступления так, как должен был реагировать мозг убийцы — он не вырабатывал соответствующего сигнала. Зато в ответ на кадры с концерта, на котором, по утверждению осуждённого, он в тот момент присутствовал, на ЭЭГ появилась волна P300. В результате Терри Харрингтон после 25 лет заключения был оправдан и освобождён.

Кстати, за недолгую историю нейроправа обвиняемые добивались снисходительности в суде и в более невероятных ситуациях. Так, в 2009 г. итальянка Стефания Альбертани была осуждена за убийство сестры и покушение на родителей, причём подсудимая свою вину признала. За совершённые преступления её приговорили к пожизненному заключению, однако уже через два года наказание было снижено до 20 лет тюрьмы.

За Альбертани вступилась судья Луиза де Гатто, которой предоставили результаты сканирования мозга убийцы. Выяснилось, что итальянку на преступление толкнули изменения во фронтальной части поясной извилины её головного мозга, которая влияет на импульсивность, и в так называемом островке, связанном с агрессией. Смягчив приговор, суд фактически признал, что на преступление Альбертани пошла не только по своей воле, но и под влиянием произошедших в её голове трансформаций.

К настоящему моменту подобных дел в международной судебной практике накопилось немало. Где-то в результате травмы головы, где-то из-за функциональных отклонений, где-то попросту в связи с возникшей опухолью человек неосознанно шёл на преступление, и сторонники нейроправа уверены, что этого нельзя оставлять без внимания. Хотя бы потому, что вмешательство в голову вскоре может стать умышленным деянием со стороны ИТ-компаний. По данным газеты The Guardian, с 2005 г. по 2012 г. число таких разбирательств выросло почти в три раза — с 30 до 100 по тяжким преступлениям и со 100 до 250 в общей сложности.

Но, конечно же, распространение нейроправа привело и к росту злоупотреблений. Причём как со стороны защиты, так и со стороны обвинения. Пример совсем уж комичного применения науки имел место в Индии, где в 2008 г. за убийство жениха была осуждена студентка Адити Шарма. В ходе рассмотрения дела ей также была сделана ЭЭГ, но вместо фотографий в этот раз вслух были зачитаны фразы. В результате эксперимента учёным удалось убедить суд, что после фразы "я дала ему конфеты с мышьяком" на ЭЭГ Шармы были обнаружены признаки "личного опыта", чего оказалось достаточно для обвинительного приговора. Случай стал прецедентом, и после него по всей стране прокатилась волна аналогичных приговоров.

Безусловно, и адвокаты пытаются использовать нейроправо в своих целях. Ведь судьям и присяжным бывает сложно разобраться, скрываются ли за предоставляемыми им снимками МРТ, записями ЭЭГ и заключениями врачей реальные доказательства невиновности человека. Более того, в результате ряда экспериментов было установлено, что на вердикт участников судебного процесса показания нейробиолога влияют сильнее, чем тест на полиграфе.

Так что сегодня крайне важно найти баланс между особенностями мозга и вопросами ответственности. А значит, перед наукой стоит совсем нелёгкая задача, решить которую, как это ни парадоксально, можно будет, только накопив критическую массу прецедентов того, как нейроправо помогало людям с реальными отклонениями и как оно помогало мошенникам. С точки зрения теории права, спор сторонников и противников нейробиологических свидетельств сводится к вопросу о том, что более бесчеловечно — считать всех людей биологическими механизмами или грешниками.



В своей известной книге "Нейромания" учёные Салли Сэйтл и Скотт Лилиенфельд отмечают, что "средствам массовой информации и, судя по всему, даже некоторым нейробиологам нравится привлекать нейрофизиологические основы человеческого поведения для объяснения всего на свете ... Очевидно, что мозг находится на пике популярности. Будучи некогда предметом узкого интереса нейробиологов, нейрофизиологов и неврологов, он нынче стал господствующей тенденцией в массовой культуре". Такой интерес к мозгу и появление новых слов с корнем нейро- помогают объяснить влияние работы мозга на всё, что окружает человека.

Они же предостерегают о том, что "нельзя использовать правила, действующие на физиологическом клеточном уровне, для достоверного предсказания действий на ином, психологическом уровне. Вот вам аналогия: если вы хотите понять текст на этой странице, вы можете отправить материю слов на химический анализ, и специалист по неорганической химии предоставит вам подробные точные сведения о молекулярном составе типографской краски. Однако никакие химические анализы не помогут вам понять, что эти слова означают, не говоря уж об их общем смысле в контексте других слов с этой страницы". Иначе говоря, работа мозга человека в чём-то напоминает семиуровневую модель сети, где прикладной уровень в целом не зависит от физического или канального уровня.

Учёные пишут: "Нам приятно, что обычные люди так заинтересовались наукой о мозге, и мы с воодушевлением предвосхищаем новые нейрофизиологические открытия. Тем не менее мы встревожены тем, что большая часть медийного рациона состоит из вульгаризированной нейронауки, которая предлагает неглубокие или слишком механистические объяснения сложного человеческого поведения".

А объяснений этих уже набралось немало. Часть из них весьма забавна и, по существу, безобидна, хотя вряд ли научна. Взять хотя бы такую тенденцию — книги по нейроменеджменту типа "Ваш мозг и бизнес: нейронаука о великих лидерах", которые советуют нервным руководителям высшего звена "помнить о том, что центры тревожности в мозге связаны с мыслительными центрами, включая префронтальную и переднюю поясную кору". Повальное увлечение проникло на рынки воспитания детей и образования, что неудивительно. Родители и учителя являются лёгкой добычей для пресловутой "гимнастики мозга", "мозгосовместимого образования" и "мозгоориентированного родительского воспитания".

Учёные также отрицательно относятся к таким пограничным наукам, стоящим на стыке гуманитарной области и точного медицинского знания, вроде нейромаркетинга. В своё время импульсом для его развития послужила идея о том, что потребители не могут точно сообщить о том, что им на самом деле нравится и что именно они планируют купить. Поэтому маркетологи обратились к нейронауке, чтобы буквально залезть потенциальному покупателю в голову и понять, как и что ему выгоднее продать. Отношение к человеку как потребителю спровоцировало потребительское отношение к мозгу в том числе. Дошло до советов маркетологам исключить "посредника" — личность самого покупателя и непосредственно спрашивать у мозга: "Будешь ли ты покупать наши товары?" Забудьте о фокус-группах и опросах, мозг укажет дорогу к желаниям сердца.

Нейромаркетологи основывались прежде всего на методе нейровизуализации (общее название методов, которые визуализируют структуру тканей, функции и биохимические характеристики головного мозга, которые делятся на две категории — функциональную и структурную, позволяющие провести диагностику психических и неврологических заболеваний). К чему это привело?

Такие корпорации, как Google, Facebook, Motorola, Unilever и Disney, наняли нейромаркетологов, чтобы они помогли улучшить эти показатели. В целом, метод нейровизуализации и старания нейромаркетологов были направлены на то, чтобы влиять на решения, принимаемые человеком. И здесь медицина вплотную столкнулась с социологией и экономикой.

При соединении психологии и экономики (сейчас это называется экспериментальной или поведенческой экономикой) выявились определённые когнитивные искажения — по большей части, неосознанные логические ошибки, искривляющие наши суждения о мире. В частности, важным когнитивным искажением являются так называемые рамочные эффекты (framing), которые заключаются в том, что люди склонны по-разному реагировать на одну и ту же информацию, в зависимости от того, как она представлена. Например, пациенты с большей охотой примут лечение, когда им говорят, что оно даёт 90 %-ный шанс на выживание, нежели, когда говорят о 10 % риска смерти. Хитрость в том, как представить возможные варианты. Высокая вероятность выживания звучит лучше, чем низкая вероятность смерти, хотя на самом деле речь идёт об одинаковых вероятностях исходов. Стоит ли говорить, что множество предложений на рынке используют framing отнюдь не только при продаже лекарств.

В целом, нейромаркетинг — весьма противоречивая деятельность, не имеющая устоявшейся системы показателей. В своё время многие его проповедники сами опирались на рекламный бум, пытаясь предложить корпоративным клиентам "секреты того, как продавать продукты подсознательному мышлению". Иначе говоря, транснациональные корпорации уже пытались (и пытаются) воздействовать на мозг, чтобы лучше продавать, однако пока их подводят инструментарий и отсутствие знаний.

Идея о том, что конкретная область мозга ответственна исключительно за одну выделенную ей психическую функцию, может быть, интуитивно и привлекательна, но в реальности такого почти не бывает. В любом случае всё, что влияет на мозг целенаправленно, сознательно или бессознательно, его же и изменяет, поскольку любой опыт (появление новой информации о чём-то, изучение нового языка, прогулка по незнакомому городу и пр.) приносит изменения. Мозг постоянно находится в работающем состоянии, кровь постоянно циркулирует, кислород постоянно потребляется, и если мозг находится в полном покое — это мёртвый мозг. В мозге практически нет ничего замершего. Он постоянно перестраивается в ответ на обучение и опыт, каждую секунду бесчисленное количество раз меняя силу и рисунок связей между своими частями. Сегодня нейробиологи воспринимают мозг не как архипелаг мерцающих нейронных островов, а как искрящуюся электрохимической энергией, постоянно меняющуюся экосистему.

Зато сегодня во времена создания нейроинтерфейсов непосредственно в мозг потребителя для продавцов открываются новые перспективы, и они обязательно постараются ими воспользоваться. Ну, а ИТ-гиганты включат средства для достижения этих перспектив в свои экосистемы.

Пока же возможные предпочтения потребителя формируются из обработки всевозможных данных о его прошлых запросах, покупках, интересах и пр. Для этого используются данные от операторов мобильной связи, торговых площадок, досуговых организаций и пр. И вот уже потребителя могут встречать индивидуальные рекламные предложения на своём смартфоне или в месте своего нахождения. К примеру, на уличном экране аптеки, к которой вы подошли, вам предлагают нечто из того, что вы недавно покупали в какой-то аптеке. Кстати, а что вы там покупали? Уместно ли выводить это на уличный экран? Этично ли? Зная способность маркетологов переходить всяческие границы в желании продать, можно предположить, что границы этики будут, мягко говоря, испытывать с их стороны разнообразные воздействия.

Поскольку достижения в области нейротехнологий также могут опередить существующие этические принципы, весьма важно, чтобы этические рамки для экспериментов с нейронными устройствами (их ведь уже вживляют как больным, так и волонтёрам) совершенствовались вместе с техническими достижениями. И в этом ракурсе следует вовремя вспомнить об уже упомянутых выше правах на собственную личность, свободу воли, ментальную приватность, равный доступ к средствам расширения возможностей мозга и защиту от алгоритмической предвзятости. В любом случае ситуация, когда некто, вряд ли обладающий моралью и этикой в твоём (человеческом) понимании, безнаказанно действует в твоём родном мире (как своего рода инопланетянин), к оптимизму не располагает.

В конце концов, будущие достижения нейротехнологий могут превратить человека в своего рода запрограммированный автомат. Если угодно, в своего рода киборга. Сначала он будет вести

себя совершенно нормально, но как только сработает некий "триггер" (хорошо, если при виде некоего бренда возникнет желание купить), включится программа и начнёт работать помимо воли и сознания базовой личности. Идеальный вариант — заставить купить ненужное. К тому же таких программ может быть немало, и не все они могут быть этичными или некриминальными. Ну, а как наилучшим образом разместить такие "триггеры" в голове, когда-нибудь, к примеру, расскажет тот же Илон Маск.

Наши мозги весьма искусны в мышлении, мы вынашиваем идеи, размышляем над ними и намереваемся осуществить соответствующие этим идеям действия. В ходе этого процесса самоизменяющийся пластичный мозг учится на собственном опыте и в результате в следующий раз рассуждает по-другому. Сознательное мышление позволяет нам устремляться к долговременным целям, проигрывать различные сценарии и осмысливать прошлые события, особенно когда мы попадаем в незнакомые ситуации. Оно же может быть и нарушено вторжением извне. Как это может происходить, какие "триггеры" затрагивать, какие нормы этики или даже уголовного права затрагивать — это проблемы завтрашнего дня. Проблемы дня сегодняшнего — предусмотреть необходимость вашего согласия на всё это.

В отличие от обычных живых организмов, киборги могут быть полностью контролируемыми. И кому-то это очень удобно. Группа инициативных идиотов уже давно вживила себе под кожу чипы, которые заменяют им паспорт и позволяют, к примеру, дистанционно включать свет или открывать окна. Кого-то это радует — ведь так можно было бы под корень извести преступность. Но вопрос в том, что считать преступностью. А что будет, если контроль за гражданами возглавит маньяк? Или, что ещё хуже, — компьютер?

Если в эпоху Возрождения понемногу и несмело вынашивалась идея, что человеческое существо — это нечто священное, то сегодня стоит напомнить, что сакральной является человеческая нервная система. И никто, ни один человек, никакая организация и никакой искусственный интеллект, не вправе разрушать ваши нервы, о чём следует думать уже сегодня (хотя на всё это может существовать и другой взгляд). Поэтому чем раньше к проблеме нейроправ подключатся юристы и законодатели, тем будет лучше.

Чтобы отстаивать свои нейроправа, надо хорошо понимать, что собой представляют нейроны и мозг в целом. Исследования мозга продолжают приносить знания о механизмах мышления и принятия решений. Они помогут объяснить, как мы размышляем, взвешиваем возможности, формируем намерения, реагируем на свои желания и изменяем собственное поведение на основе прогнозируемых последствий. Но наука о мозге никогда не сможет показать нам, что нечестно или аморально, что лучше покупать и чем заниматься, обвинять или наказывать людей в мире, где всё предопределено. Это означает, что спорное будущее предложений и покупок, вины и обвинения будет продолжать оставаться проблемой, созданной специально для таких сознательных и склонных к размышлениям существ, как мы.

Собственно, вот и всё. Давайте помнить предупреждение Софокла: "Как страшен может быть разум, если он не служит человеку".

По материалам ***professionali.ru, cyberleninka.ru, computerworld.ru, russian7.ru, yusupovs.com***

Радиолюбительские проекты на МКС

***О. АРТЕМЬЕВ**, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл., **С. САМБУРОВ**, г. Королёв Московской обл., **С. ЕМЕЛЬЯНОВ**, д-р техн. наук, **О. ЛАРИНА**, д-р юрид. наук, **Е. ШИЛЕНКОВ**, канд. техн. наук, **Е. ТИТЕНКО**, канд. техн. наук, **С. ФРОЛОВ**, канд. техн. наук, **Д. ДОБРОСЕРДОВ**, **Д. ЗАРУБИН**, **А. ЩИТОВ**, г. Курск*

Малая космонавтика — одна из наиболее перспективных областей развития космической отрасли, телекоммуникационных и радиотехнических средств связи для проведения различных экспериментов. Малые космические аппараты (МКА) серии CubeSat, преимущественно имеющие общую массу до 10 кг, представляют собой самостоятельные автономно функционирующие системы, несущие модули полезной нагрузки и позволяющие проводить физические, видео- и радиоэксперименты. Развитие МКА позволяет планировать и проводить научные космические исследования с невысокими суммарными затратами на изготовление, запуск аппаратов и получение данных экспериментов. Особая роль в создании МКА и проведении экспериментов отводится передовым высшим учебным заведениям, имеющим научно-технический задел по созданию МКА. Разработка конструкции МКА, включая системы жизнеобеспечения, стабилизации, управления и др., а также модулей полезной нагрузки позволяет вовлекать в такие эксперименты школьников и студентов, что способствует их профориентации в части подготовки инженерно-технических кадров и популяризации знаний о космической деятельности в целом.

Ведущие высшие учебные заведения, занимающиеся разработкой МКА или участвующие в космических экспериментах, — Амурский государственный университет (АмГУ), Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), Московский государственный технический университет (МГТУ), Московский государственный университет (МГУ), Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Самарский государственный университет (СГАУ), Томский политехнический университет (ТПУ) и другие вузы.

Особое место занимают космические эксперименты и сеансы связи в кооперации нескольких университетов, что расширяет географию подключения и зону видимости международной космической станции (МКС) и способствует увеличению времени сеансов космической связи [1].

ЮЗГУ много лет осуществляет разработку МКА для запуска их с МКС. Эта работа проводится в рамках совместного с ПАО РКК "Энергия" космического эксперимента "Радиоскаф".

Среди основных научно-исследовательских направлений ЮЗГУ в части разработки МКА и проведения экспериментов можно выделить:

— разработку технологий создания малых космических аппаратов формата CubeSat;

— исследование и апробацию одноранговой самоорганизующейся сети МКА;

— проведение экспериментов по получению и дешифрованию аэрокосмических изображений природных и техногенных объектов в интересах социально-экономического развития региона (региональные задачи дистанционного зондирования Земли);

— изучение прикладных вопросов передачи и приёма видео- и речевой информации (передача позывных, приветствий на различных языках);

— проведение измерений физических характеристик космоса или характе-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Группировка МКА

1090 МГц
1090 МГц
режим 1090ES
режим 1090ES
режим 1090ES
8D-FB-Ft(LW)
UTP, cat 5E
Радиостанция и оборудование дешифрирования сообщений АЗН-В
Антенна приема сообщений
Сервер хранения информации АЗН-В

Рис. 1

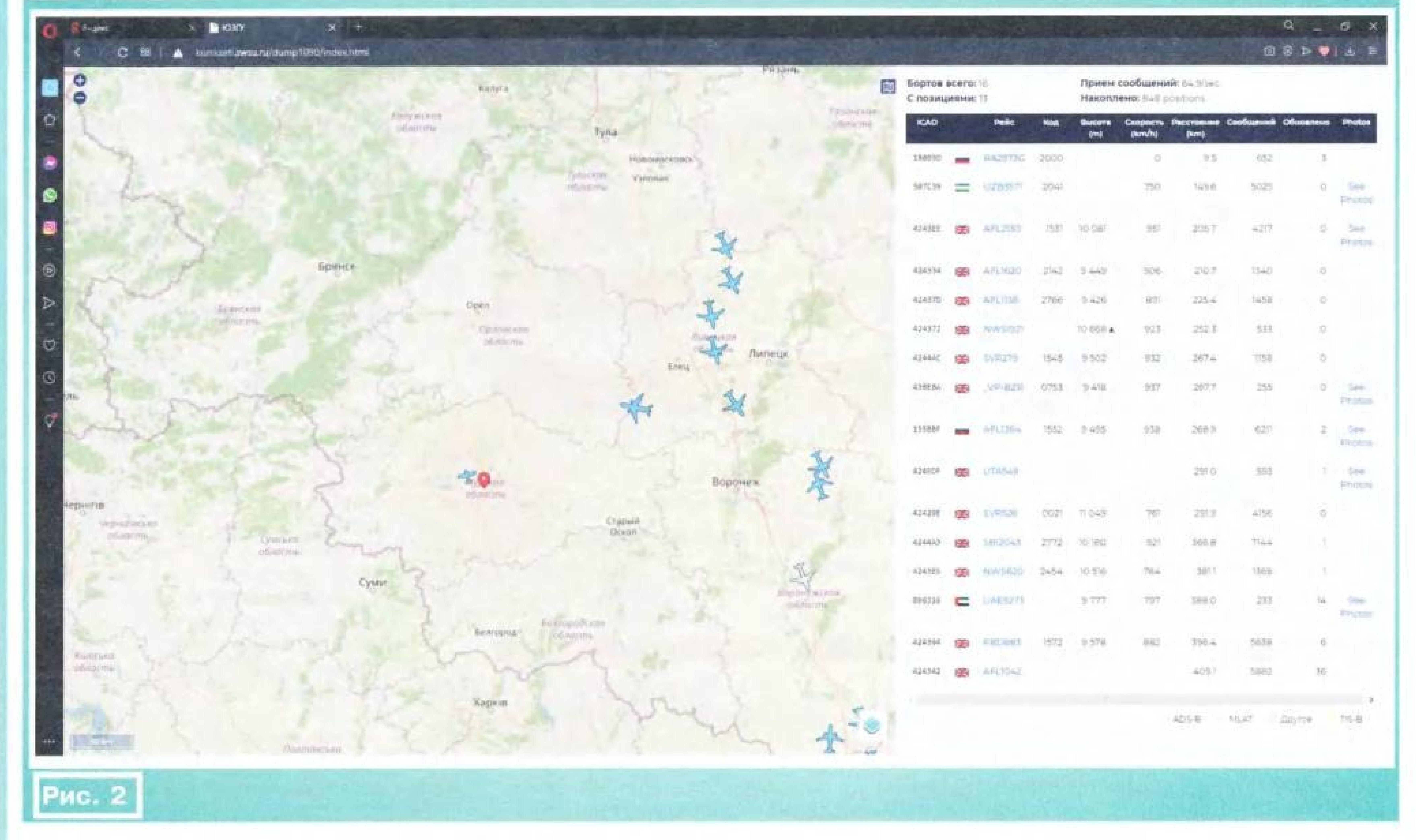


Рис. 2

ристик особых участков Земной поверхности (диэлектрическая проницаемость, напряжённость магнитного поля);

— проведение экспериментов по стабилизации МКА на орбите;

— разработку модулей и узлов обнаружения, анализ сигналов радиотехнических средств и определение их местоположения.

Так, в 2016—2017 гг. первыми МКА серии "Кубсат-3U", созданными силами ЮЗГУ в рамках космического эксперимента "Радиоскаф", были аппараты "ЮЗГУ-1", "ЮЗГУ-2". Они были оснащены физическими приборами, в частности, вакуумметром для изучения характеристик космического пространства, необходимых для выявления оптимальных условий космической связи. Другая задача эксперимента — создание одноранговой информационной сети [2—4].

Дело в том, что малая масса МКА размера CubeSat (до 10 кг) приводит к ограничению функций аппаратов, а именно: у них ограниченные возможности маневрирования, малый запас энергии аккумуляторных батарей, ограниченное число их зарядок/разрядок, малый объём полезной нагрузки, выводимой на орбиту, ограниченное время нахождения на орбите, что снижает активное время проведения экспериментов, особенно единичными МКА. Эти негативные особенности компенсируются созданием группировки взаимодействующих МКА. Образование сети МКА позволяет коллективно решать задачи мониторинга, сбора и передачи данных, т. е. расширяет возможности и время проведения экспериментов. Mesh-сеть позволяет производить адресацию вновь прибывших аппаратов на орбиту и исключать вышедший из строя аппарат без удалённого управления. Согласно эксперименту "Радиоскаф", в МКА установлена инерциальная навигационная система для определения углов поворота в трёх осях и сонаправленного взаимодействия аппаратов в режимах приёма и передачи информации.

В дальнейшем (2017—2018 гг.) были разработаны и выведены на орбиту аппараты "ЮЗГУ-3" и "ЮЗГУ-4", имеющие расширенные функциональные возможности:

— адаптивная модель энергообеспечения МКА, позволяющая изменять режим работы аппарата в зависимости от объёма накопленной энергии;

— система активной ориентации, созданная на основе четырёхосевого гиродина и векторного процессора;

— расширенная система команд, позволяющая с наземного центра изменять полётное задание в реальном масштабе времени;

— модифицированный блок частотной модуляции, позволяющий передавать телеметрию и голосовые сообщения в параллельном режиме.

Эти функциональные возможности послужили основой планирования или проведения космических экспериментов по синхронной передаче данных в наземный центр и организации ретрансляционной передачи данных между МКА, распределёнными в космическом пространстве.

В программе полёта экипажей МКС есть три космических эксперимента, связанных с радиолюбительской деятельностью. Первый эксперимент — "О Гагарине из космоса" заключается в проведении голосовых сеансов со студентами и школьниками, а также передаче изображения с борта МКС в режиме SSTV. В ходе десятиминутного сеанса связи студенты и школьники задают около 20 вопросов, на которые космонавты дают ответы в реальном масштабе времени. Обычно проводится конкурс вопросов, в ходе которого отбираются 20 наиболее интересных. За прошедший год были организованы и проведены сеансы с молодёжью АмГУ (г. Благовещенск), ДВФУ (г. Владивосток), ЮЗГУ (г. Курск), УГАТУ (г. Уфа).



Рис. 3



Рис. 4

Обычно проводятся по два—три сеанса в месяц. Уже запланированы сеансы связи на апрель с университетами из г. Курска, г. Калуги, г. Вологды, г. Благовещенска, г. Уфы.

Другой вид радиолюбительских сеансов, которые проводят космонавты, — это передача изображений по космической тематике. Многие радиолюбители всего мира с нетерпением ждут этих сеансов. На Земле готовят исходные изображения, например, 12 изображений, посвящённых знаменательным, праздничным датам (12 апреля, 4 октября, Новый год и др.). Они отсылаются экипажу на МКС, который в циклическом режиме запускает сеанс передачи изображений (две минуты — передача изображения, две минуты — пауза). Такая передача изображений проводится два—четыре дня, чтобы большее число радиолюбителей мира смогли принять изображения. Ответной реакцией радиолюбителей является сбор принятых изображений, за максимальное число которых радиолюбители могут получить диплом как премию за преданность космической радиолюбительской деятельности [5].

Второй космический эксперимент — "ИнтерМАИ-75", заключается он в передаче 12 изображений, связанных с деятельностью Московского авиационного университета. Он проводится в течение двух дней, в основном при пролёте МКС над Москвой.

Третий эксперимент — "Радиоскаф", заключается в разработке и запуске малых космических аппаратов, несущих в своём составе модули полезной нагрузки. В современных условиях обеспечения безопасности полётов воздушных судов особенный интерес представляют модули полезной нагрузки, обеспечивающие приём и дешифрирование сигналов автоматического зависимого наблюдения-вещания (АЗН-В) с воздушных судов на борту МКА с целью оперативного получения лётных характеристик этих судов (координаты, скорость, курс, абсолютная высота и др.).

В настоящее время в качестве системы, способной без значительных финансовых и временных затрат обеспечить мониторинг местоположения воздушного судна в нормальных условиях полёта каждые 15 мин, является система АЗН-В (Automatic dependent surveillance-broadcast — ADS-B) — это система наблюдения за самолётами, основанная на передаче информации о состоянии и характеристиках воздушных судов в наземный пункт управления. Постоянно передаваемые координаты, скорость и курс являются важнейшими лётными характеристиками воздушных судов, используемыми в информационно-технических системах обеспечения безопасности полётов. Кроме того, сигналы АЗН-В могут приниматься и обрабатываться не только в наземном пункте управления, но и на борту другого воздушного судна или космического аппарата. Тем не менее в настоящее время оригинальных отечественных систем и алгоритмических решений, полноценно использующих систему АЗН-В с учётом ограниченных вычислений, на борту МКА нет, что делает космический эксперимент "Радиоскаф" весьма значимым на практике [6, 7].

Главный замысел и актуальность исследования связаны с разработкой структурной схемы модуля определе-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2021



Рис. 5



Рис. 6

ния местоположения МКА на основе сигналов АЗН-В. Совмещение процессов приёма, декодирования сообщений и накопления данных от АЗН-В-передатчиков, а при необходимости — передачи данных о воздушных судах в наземные пункты управления позволяет существенно повысить эффективность использования МКА.

Группировка МКА, снабжённая такими модулями АЗН-В, может служить не только базой для проведения космических экспериментов, но и основой для создания глобальной системы, состоящей из группировки МКА, оснащённых аппаратурой приёма и обработки сигналов систем АЗН-В, и наземных приёмных пунктов. Такая распределённая группировка МКА позволит осуществлять непрерывный мониторинг движения воздушных судов (**рис. 1**) по всему земному шару в масштабе времени, близком к реальному.

Модуль определения местоположения воздушных судов по сигналам АЗН-В был апробирован на базе центра космической связи ЮЗГУ. Отображение данных, полученных от воздушных судов, представлено на геоинформационной подложке (**рис. 2**).

Научная новизна установки модуля АЗН-В на МКА и приёма сообщений от воздушных судов определяется двумя аспектами. Во-первых, функциональные возможности современных МКА быстро расширяются как по номенклатуре, так и по реализуемым функциям. Они приближаются к функциональным возможностям космических аппаратов других классов. Тем не менее стоимость запуска одного килограмма полезной нагрузки для больших космических аппаратов до пяти раз превышает стоимость запуска аналогичной массы для МКА. За счёт низкоорбитального расположения (500—600 км) МКА могут принимать сигналы от воздушных судов, передаваемые по стандарту АЗН-В. Группировка МКА, функционирующая как единая система, обеспечивает увеличение возможностей сбора данных. При этом рабочие расстояния между малыми космическими аппаратами составляют около 5000 км на высоте их орбиты, равной 500—600 км, что позволяет обеспечивать практически постоянный мониторинг воздушных судов и связь с наземными пунктами. Синхронное нацеливание нескольких МКА на воздушное судно делает возможным параллельный приём и накопление данных. Управляемые ориентация, стабилизация МКА (разработанные на стадиях эксперимента "Радиоскаф") на орбите приводят к улучшению характеристик приёма сигнала. Во-вторых, вместо достаточно стандартных возможностей полноформатного приёма и сохранения сигнала предлагается на борту МКА в составе модуля АЗН-В осуществлять декодирование сообщений от воздушных судов и накопление только полезной информации в энергонезависимой памяти.

Такой инженерно-конструкторский подход позволяет:

— выделить на борту требуемую информацию из принимаемого пакета;

— сэкономить энергию для жизнеобеспечения МКА;

— выполнить передачу данных в наиболее подходящих пространственно-временных координатах орбиты и погодных условиях.

Обозначенные информационно-вычислительные процессы детализируют и развивают космический эксперимент, что позволит в дальнейшем совмещать решение задач мониторинга воздушных судов и координацию действий с МКС по их сопровождению.

В рамках продолжительного сотрудничества ЮЗГУ и Рязанского государственного радиотехнического университета (РГРТУ) в 2021—2022 гг. запланировано изготовление и запуск двух наноспутников в формате 3U "Циолковский-Рязань", которые должны войти в интеллектуальную автономную группировку (ИАГ). Рязанские учёные используют опыт курян по разработке квалифицированного для применения на МКС шасси спутника и интегрируют собственный прецизионный калибратор космических телескопов в качестве полезной нагрузки. Курские учёные из ЮЗГУ ведут разработку модификации спутников для создания новой ИАГ. В ближайшие годы (с 2022 г. по 2024 г.) планиру-



Рис. 7



Рис. 8

ется запустить с МКС 12 спутников серии "ЮЗГУ-55" и два спутника "Циолковский-Рязань".

Возможно, общее число запускаемых МКА увеличится, поскольку мы рассматриваем ещё несколько проектов спутников. Впереди нас ждёт очень интересная и увлекательная работа по проведению космического эксперимента "Радиоскаф".

Продолжается подготовка экипажей МКС, но с 2020 г. она изменилась. До этого все члены экипажей (космонавты и астронавты) проходили тренировки в РКК "Энергия" и получали разрешение на использование радиолюбительского оборудования на Российском сегменте МКС. Теперь астронавты летают на МКС на своих кораблях и не проходят тренировки в России. Кроме того, на модуле "Коламбус" была установлена радиостанция Kenwood D710, аналогичная радиостанции, установленной на Российском сегменте. Астронавты проводят свои сеансы связи в основном из модуля "Коламбус". Но при необходимости осуществляется тренировка астронавтов для получения разрешения работы на Российском сегменте на борту МКС по служебному каналу связи из Центра управления полётом (г. Королёв). На **рис. 3** показана тренировка экипажа в составе Сергея Рыжикова и Сергея Кудь-Сверчкова (сидят, на переднем плане), которые сейчас находятся на борту МКС. Тренировки проводит С. Н. Самбуров (стоит, на заднем плане). На **рис. 4** — тренируется следующий экипаж МКС — Олег Новицкий и Пётр Дубров (сидят), запуск которого запланирован на апрель 2021 г. На **рис. 5** — подготовка космонавтов Антона Шкаплерова (слева) и Андрея Бабкина (справа).

Более 20 лет назад была создана международная радиолюбительская группа ARISS (Amateur Radio on the International Space Station) — радиолюбительская деятельность на борту Международной космической станции.

Напомним, что первый сеанс связи с МКС был проведён 13 ноября 2000 г. между членом экипажа МКС-1 космонавтом С. К. Крикалёвым (U5MIR) и руководителем радиолюбительской деятельности на Российском сегменте МКС С. Н. Самбуровым (RV3DR).

В соответствии с правилами ARISS радиолюбительское оборудование на борту МКС создаётся усилиями представителей разных стран-партнёров, и пользоваться им разрешается всем членам экипажа, которые прошли обучение работе на этом оборудовании.

В феврале этого года при выполнении выхода в космос американские астронавты устанавливали новый ВЧ-кабель для антенны радиолюбительской связи на модуле "Коламбус". По невыясненным до сих пор причинам радиолюбительская система на модуле "Коламбус" перестала функционировать. Теперь астронавты и космонавты проводят сеансы связи только из Российского сегмента МКС.

Мы продолжаем работы по модернизации радиолюбительского оборудования. В этом году планируется доставить на МКС новый компьютер Zbook-15 для радиолюбительских задач. На нём будет установлена операционная система Windows-10. Будем признательны радиолюбителям, которые пришлют свои предложения по установке радиолюбительского ПО на этот компьютер.

В январе этого года в РКК "Энергия" прошла тренировка космонавта Олега Артемьева (**рис. 6**, **рис. 7**), на полёт которого на МКС планируется провести запуск спутников. После тренировки ему был вручён диплом журнала "Радио" в связи с недавним 50-летием. На копии диплома Олег Германович написал слова благодарности в адрес журнала "Радио" (**рис. 8**, **рис. 9**).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шиленков Е. А., Самбуров С. Н., Артемьев О. Г., Титенко Е. А., Щитов А. Н.** Эксперименты по использованию сети Интернет для увеличения времени сеансов связи с экипажем МКС и проведению сеансов связи с удалёнными объектами. /Научное значение трудов К. Э. Циолковского: история и современность. Материалы 55-х научных чтений памяти К. Э. Циолковского. — Калуга, 2020, ч. 2, с. 164—167. — URL: **https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44449236** (03.03.21).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 9

2. **Самбуров С. Н., Шиленков Е. А., Фролов С. Н., Титенко Е. А., Щитов А. Н.** Анализ результатов автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента "Радиоскаф"/Научное значение трудов К. Э. Циолковского: история и современность. Материалы 55-х научных чтений памяти К. Э. Циолковского. — Калуга, 2020, ч. 2, с. 68—74. — URL: **https://www.elibrary.ru/item. asp?id= 44203971** (03.03.21).

3. **Самбуров С. Н., Артемьев О. Г., Шиленков Е. А., Фролов С. Н., Титенко Е. А., Щитов А. Н.** Результаты проведения 5 этапа космического эксперимента "Радиоскаф"/Научное значение трудов К. Э. Циолковского: история и современность. Материалы 55-х научных чтений памяти К. Э. Циолковского. — Калуга, 2020, ч. 2, с. 192—196. — URL: **https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44449245** (03.03.21).

4. **Самбуров С. Н., Артемьев О. Г., Шиленков Е. А., Фролов С. Н., Титенко Е. А., Щитов А. Н.** Анализ результатов автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента "Радиоскаф"/Научное значение трудов К. Э. Циолковского: история и современность. Материалы 55-х научных чтений памяти К. Э. Циолковского. — Калуга, 2020, ч. 2, с. 201—205. — URL: **https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44449298** (03.03.21).

5. **Артемьев О., Самбуров С., Шиленков Е., Фролов С., Щитов А.** Результаты автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента "Радиоскаф". — Радио, 2020, № 4, с. 18—23.

6. **Потапенко А. М., Шиленков Е. А.** Методика построения динамических сигнально-кодовых конструкций с целью повышения пропускной способности диапазона связи. — Проектирование и технология электронных средств, 2012, № 1, с. 12—15.

7. **Мухин И. Е., Шиленков Е. А.** Метод параметрического синтеза антенно-фидерных, радиоприёмных и демодуляторных средств сигнально-приёмного тракта современных систем телекоммуникаций. — Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2012, № 2—3, с. 110—115.

Стенд для проверки компьютерных блоков питания

В. ПЛАТОНЕНКО, г. Набережные Челны, Татарстан

Стабильная работа компьютера зависит от качества и возможностей его блока питания. Правильное функционирование необходимо проконтролировать как у новых блоков питания в начале работы, так и у бывших в эксплуатации [1, 2]. Особенно это касается блоков неизвестных производителей или дешёвых блоков именитых брендов. Необходимо учитывать, что порой поломка блока питания влечёт за собой выход из строя многих установленных компонентов компьютера. Поэтому любую диагностику неисправностей следует начинать именно с проверки работоспособности блока питания.

Среди множества подконтрольных параметров в блоке питания можно выделить несколько основных, соответствие которых нормативу будет определяющим. К этим величинам относятся выходные напряжения питания, которые должны поддерживаться в определённом диапазоне токов нагрузки. Допускается разброс изменений этих параметров в пределах ±5 % от номинала.

Существуют устройства для определения состояния блоков питания за счёт измерения их выходных напряжений. Примером таких устройств являются Power supply tester LCD [3] и Kingwin KPST-02 [4]. Если первый прибор измеряет выходные напряжения с выводом их значений на экран дисплея, то второй прибор сообщает лишь об их наличии свечением светодиодов. Общим для этих устройств является проведение измерений в режиме практически отсутствующей нагрузки. Поэтому протестировать фактическую мощность блока невозможно. Такая проверка очень важна, так как в ряде случаев блок на "холостом ходу" обеспечивает нормальные значения напряжений, однако при увеличении нагрузки они начинают "проседать", вызывая нестабильность работы компьютера.

Для проведения более достоверной диагностики блока питания необходимо подключить к его выходам нагрузки, близкие к предельным значениям, указанным на характеристиках блока с учётом не превышения их суммарных групповых нагрузок. Затем необходимо провести прогон блока в течение некоторого времени с контролем выходных напряжений и температуры воздуха, выдуваемого вентилятором. Если после проведения такой проверки выяснится, что величины напряжений укладываются в допустимый диапазон, а температура выходящего воздуха не превышает 40 °С, можно быть уверенным, что блок питания надёжен.

Схема стенда показана на **рис. 1**. В современных компьютерных блоках питания основная нагрузка в большинстве случаев приходится на линию +12 В. Обеспечение значительного энергопотребления по этой линии через один разъём проблематично. Поэтому в стенде, кроме разъёма XS1, установлены дополнительные разъёмы XS2 и XS3, к которым подключают кабели для питания процессора и видеокарты. В стенде не установлен разъём Molex, через который происходит незначительное потребление мощности. Но этот разъём есть на кабеле блока питания. Это позволяет при проведении испытаний блока оценить потери в проводниках кабеля разъёма, возникающие из-за недостаточного сечения проводников, путём замера напряжений +5 В и +12 В на контактах разъёма Molex, который подключён к блоку питания до нагруженных линий кабеля.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



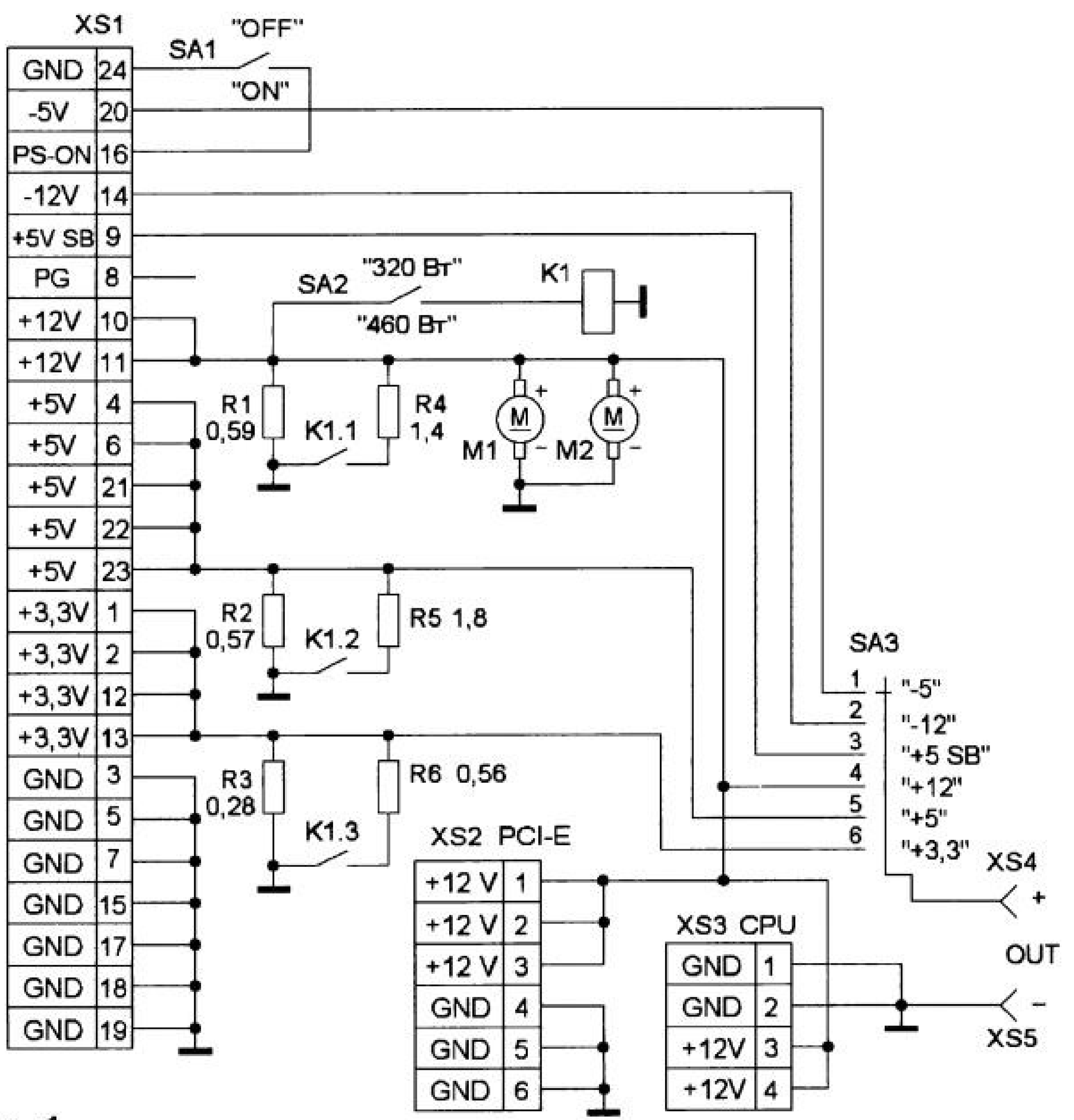


Рис. 1

При отсутствии потерь эти напряжения должны быть примерно равны значениям, измеренным на выходе стенда.

После подключения всех необходимых кабелей блока к разъёмам стенда выключателем SA1 включают контролируемый блок питания. Вентиляторами M1, M2 осуществляется обдув нагрузочных резисторов для их охлаждения (**рис. 2**). Для увеличения эффективности охлаждения резисторов один вентилятор работает на вдув окружающего воздуха, а другой — на выдув из блока. Вольтметром, подключённым к выходным клеммам XS4, XS5 "OUT", можно осуществлять контроль за выходными напряжениями с помощью переключателя SA3. Появляется возможность контролировать напряжения +3,3 В, +5 В, +12 В, −5 В, −12 В и +5 В (SB). Напряжение −5 В имеется только на старых блоках с 20-контактным разъёмом, а на блоках с 24-контактным разъёмом оно, как правило, отсутствует. В стенде предусмотрены два варианта суммарной мощности нагрузки — 320 Вт и 460 Вт. Эти значения и определили сопротивления нагрузочных резисторов R1—R6. Выбор режимов осуществляется с помощью выключателя SA2, который подаёт питающее напряжение на реле K1, подключающее дополнительные нагрузочные резисторы к основным.

Все элементы стенда размещены в корпусе от блока питания компьютера. Стенд рассчитан на контроль за работоспособностью блоков питания мощностью до 500 Вт. При необходимости проверки более мощных блоков необходимо применить более совершенную систему охлаждения. Несмотря на интенсивное выделение тепла, нормальная работоспособность стенда возможна в течение до 5 мин. За это время вполне можно понять и определить потенциальные возможности испытуемого блока питания.

Нагрузочные резисторы стенда изготовлены самостоятельно с применением нихромового провода диаметром 0,5 мм и 1 мм. Примерную длину отрезков нихромового провода для намотки резисторов можно узнать, воспользовавшись рекомендацией, изложенной в [5]. В ней приведены следующие значения сопротивления 1 м нихромового провода. Для диаметра 0,5 мм оно равно 5,6 Ом, а для диаметра 1 мм — 1,4 Ом. В качестве каркаса для намотки использованы мощные проволочные резисторы ПЭВ с сопротивлением более 10 Ом. Концы наматываемого провода жёстко закреплены на выводах этих резисторов с последующей тщательной пропайкой. Резисторы R1—R3 намотаны проводом диаметром 1 мм. Причём намотка резистора R5 производилась в два провода. Остальные резисторы намотаны проводом диаметром 0,5 мм, причём намотка резистора R4 также выполнена двумя проводами. Все соединительные провода должны быть рассчитаны на соответствующий ток. Реле может быть любого типа с номинальным напряжением обмотки 12 В и с тремя группами контактов на замыкание или переключение реле, каждая группа должна быть рассчитана на коммутацию тока 10 А. Выключатели SA1 и SA2 могут быть любые, рассчитанные на ток до 100 мА, например МТ1. Переключатель SA3 — галетный любого типа, например П2Г3. В качестве входных разъёмов стенда можно использо-

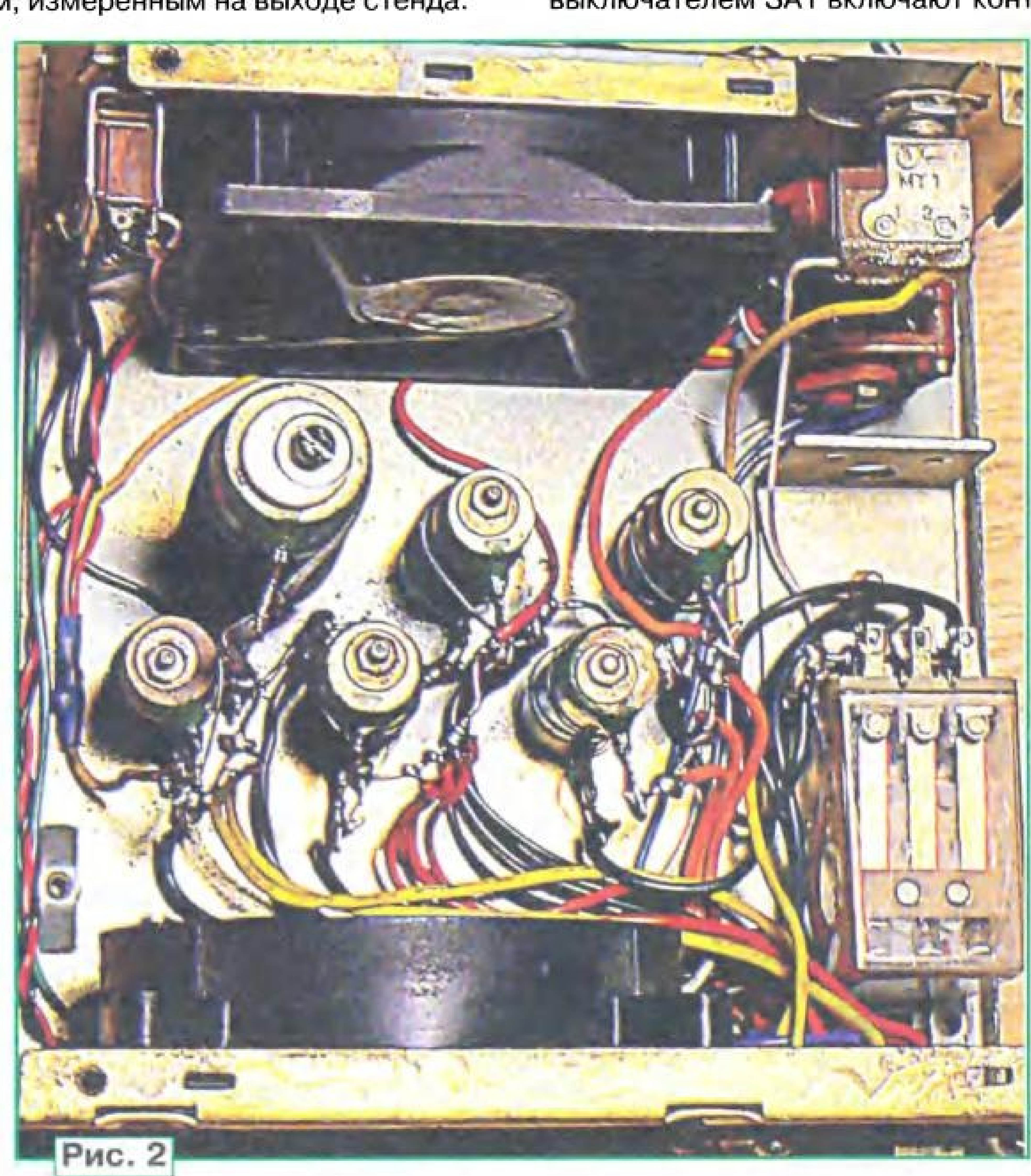


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 3

вать разъёмы на старых материнских платах, аккуратно вырезая их по контуру вместе с частью платы. Демонтаж разъёмов методом выпаивания не рекомендуется из-за возможных их деформаций. Внешний вид стенда со стороны органов управления и входных разъёмов показан на **рис. 3** и **рис. 4**.

Рис. 4



ЛИТЕРАТУРА

1. EPS 12V Power Supply Design Guide, V2.91. — URL: **https://xdevs.com/doc/xDevs.com/Neutron/pdf/eps_designguide_2.91.pdf** (05.03.21).

2. ATX12V Power Supply Design Guide. — URL: **https://www.techpowerup.com/articles/160/images/ATX_2_2.pdf** (05.03.21).

3. Power Supply Tester, или тестер блоков питания. — URL: **https://mysku.ru/blog/aliexpress/33642.html** (05.03.21).

4. PC 20/24 Pin PSU ATX SATA HD Power Supply Tester, Тестер для компьютерных БП. — URL: **https://mysku.ru/blog/china-stores/6935.html** (05.03.21).

5. Расчёт электрического сопротивления нихромовой проволоки и ленты Х20Н80. — URL: **https://www.metotech.ru/info.htm** (05.03.21).

КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач

И. РЕШЕТНИКОВ, г. Видное Московской обл.

Работа с компьютером и системное программирование

От редакции

Некоторые читатели журнала при повторении устройства отметили ситуацию, когда после начальной загрузки не появляется приглашение системы "А:". Разбор проблемы выявил нестабильную работу микросхемы ОЗУ W24512AK-15. Контрольная закупка показала, что действительно присылаемые в настоящее время из Китая микросхемы отличаются сильным разбросом показателей и корректно работают примерно три из пяти экземпляров. Автор использовал микросхемы, купленные примерно пять лет назад, в той партии все микросхемы показывают стабильные характеристики.

Редакция сделала контрольные закупки микросхем Winbond W24512AK-15 у разных поставщиков, а также заказала для тестирования несколько функциональных аналогов других производителей — UM61512AK-15, IS61C512-15.

По результатам тестирования в лаборатории журнала будут предложены рекомендации по выбору поставщика и типа микросхемы. Пока рекомендуется устанавливать микросхему ОЗУ на монтажную панель и, учитывая небольшую стоимость микросхем, приобрести несколько штук. Нестабильность обычно проявлялась в первые несколько часов работы, если этот срок пройден, далее проблем не наблюдалось.

Упомянутый в статье вариант замены на W24512AK-10 не оправдался, такая замена не рекомендуется.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2021, № 1—3

Базовая работа с ОС

Для работы с компьютером сначала необходимо подготовить загрузочную

SD-карту, на которую записать загрузочный образ system.bin и два или больше образов виртуальных "дискет" (которые будем далее так и называть) объёмом 819 кБ. Порядок записи образов дискет и SD-карты описан ранее. Дискета с индексом 0 считается вставленной в дисковод A:, с индексом 1 — в дисковод B:. SD-карта должна быть установлена в слот до включения питания и не должна меняться в процессе работы.

После старта компьютера инициализируется стартовый загрузчик, проверяющий текущую конфигурацию, его работа сопровождается служебными сообщениями на экране. Стартовая конфигурация может быть загружена из нескольких источников: с SD-карты, из ПЗУ, есть версии с загрузкой по сети или UART. Выбор источника загрузки осуществляется через меню. Если доступен только один вариант загрузчика, загрузка происходит автоматически. Свидетельством корректной загрузки будет стандартное приглашение системы "A:" или произойдёт автозапуск программы, если на дискете есть файл автозапуска.

Базовая для этого компьютера — операционная система CP/M, разработанная в далёком 1973 г. американцем Гэри Килдаллом как операционная система общего назначения для микрокомпьютеров, имеющих встроенные накопители. Эта система отличалась простой и понятной внутренней архитектурой и на протяжении многих лет, безусловно, лидировала на рынке операционных систем для восьмиразрядных машин. CP/M явилась прародителем целого семейства ОС, известная всем MS DOS — показательный пример.

Популярность этой ОС была обусловлена её концептуальной простотой и прозрачностью, дающими возможность легко писать программы высокого уровня для программистов и удобство для пользователей, причём стандартизованного и не сильно зависящего от платформы. Для этого были выделены три уровня сервисов:

— BIOS, базовая система ввода—вывода (сокращается и как БСВВ, и как БИОС), которая была аппаратно зависима и отвечала за элементарные функции работы с установленным оборудованием: записать сектор на диск, считать данные с клавиатуры, вывести символ на экран и т. п.;

— BDOS, базовая дисковая операционная система (БДОС), которая отвечала за работу с сущностями уже операционной системы: файлы, строки и т. п., все функции были стандартизованы, и именно с этим уровнем работали все прикладные программы, что обеспечивало их совместимость для разных аппаратных платформ;

— CCP, процессор консольных команд, который обеспечивал комфортное взаимодействие пользователя с системой, обеспечивая возможность выполнения базовых операций над файлами и запуск программ.

Первые версии CP/M 2.* можно считать воплощением чистой концепции понятия "операционная система", поэтому она не только до сих пор "в строю", но и её архитектуру стоит знать и понимать, — это основа всего мира операционных систем.

Работа в среде процессора консольных команд (ПКК) — так называется обработчик командной строки — очень проста. Стандарт ОС CP/M поддерживает минимальный базовый набор команд:

— DIR [маска] — вывести содержимое каталога на экран;

— ERA [имя файла] — удалить файл с диска;

— REN [новое имя]=[старое имя] — переименовать файл;

— TYPE [имя файла] — вывести содержимое файла на экран.

Исполняемые файлы имеют расширение .COM. Для запуска набирают имя файла, при необходимости — с параметрами вызова. Операции копирования файлов и другие служебные функции исполняются специальными программами, наиболее распространённые XDIR — для вывода каталога с размерами файлов, PIP и POWER — для копирования файлов.

Имя файла в ОС CP/M имеет строгое ограничение — восемь знаков имени плюс три знака расширения, не допускается использование русских букв, желательно использовать только заглавные латинские буквы. Каталогов нет, для разделения данных используется другой механизм: хранение файлов происходит по пользовательским зонам, которые выбираются специальной командой ПКК USER номер, где номер — число от 0 до 9, определяющее зону хранения файлов. По умолчанию USER равен 0. Для переключения между дисководами используйте команды "B:" и "A:".

Подробнее о командах, основных программах и принципах работы в ОС CP/M можно почитать, например, в уже упоминавшейся книге Н. В. Макаровой "Работаем на персональном компьютере Роботрон 1715" [5].

Если что-то пошло не так, всегда можно перезагрузить компьютер комбинацией клавиш Ctrl-Alt-Shift-ESC.

Образ для начальной загрузки

После проверки и системного тестирования SD-карта проверяется на предмет наличия загрузочного образа, который может быть один или несколько. Загрузочный образ — это полный 64 кБ образ ОЗУ, который загружается до адреса 0xF800, начала видеопамяти. После загрузки управление передаётся эмулятору по адресу 0x0100, значения регистров не определены. Это может быть как образ чистой оболочки (тогда по адресу 0x0100 ставится команда JP 0000), так и образ с уже загруженной программой, например интерпретатора Бейсик.

Если доступен только один вариант, он загружается автоматически. Если вариантов несколько, при загрузке компьютера необходимо выбрать нужный образ, введя его номер, и нажать "Ввод".

Системная консоль КРИСС CP/M

Функциональные и оперативные настройки КРИСС CP/M выполняются через специальную системную консоль (СК), которая вызывается комбинацией клавиш Ctrl-Alt-Del. СК представляет собой отдельную программу, написанную в среде МК AVR без использования функций эмулятора z80 и внешней ОЗУ, это типичный пример, что КРИСС может быть использован как платформа для любых разработок, а не только для работы как CP/M-компьютер.

Для активирования консоли нажимают Ctrl-Alt-Del. Консоль работает в режиме экрана 25 строк, поэтому возможно небольшое смещение картинки, это нормально. Запуск консоли сопровождается системным сигналом, и открывается стартовое меню. Управление в консоли — типовое для всех разделов: сначала указан управляющий символ, далее — редактируемый блок данных, который может быть опцией выбора, простым "чекбоксом", вводом числа или группы чисел (**рис. 13**). Для выхода на предыдущий уровень используйте клавишу ESC.

Кратко опишем разделы СК текущей версии (0.8). В случае если соответствующего модуля в системе нет, раздел не появляется в списке. Итак:

— команды от A до D предназначены для "смены" дискеты в соответствующем дисководе, при выборе показываются идентификатор SD-карты и список идентификаторов всех записанных на неё дискет, активный маркирован символом "*";

— S — переинициализировать SD-карту, если её необходимо сменить во время работы без перезагрузки компьютера;

— I — настроить внутреннюю структуру ввода/вывода консоли и устройства чтения/записи, будет описано далее;

— U — настройка опций отладчика, определённые операции будут сопровождаться выводом в системный UART (см. раздел по настройке совместимости программ);

— H — выбрать аппаратную платформу, в режиме совместимости с которой будет работать компьютер;

— R — настройка времени, системных и сетевых параметров, которые хранятся в памяти микросхемы ЧРВ;

— E — функции работы с ПЗУ, позволяют записать текущий сеанс работы в ПЗУ, прочитать его оттуда обратно в память и продолжить работу с сохранённой версией.

СК использует области внутренней ОЗУ совместно с функциями аппаратной совместимости, поэтому желательно вызывать её в промежутках между запусками прикладных программ. Обратите внимание, что вызов СК обрабатывается только при нахождении программы в режиме ввода с консоли. Забегая чуть вперёд, отметим, что СК может быть вызвана только с локальной клавиатуры компьютера, вызвать СК через инструменты внешнего управления и мониторинга нельзя.

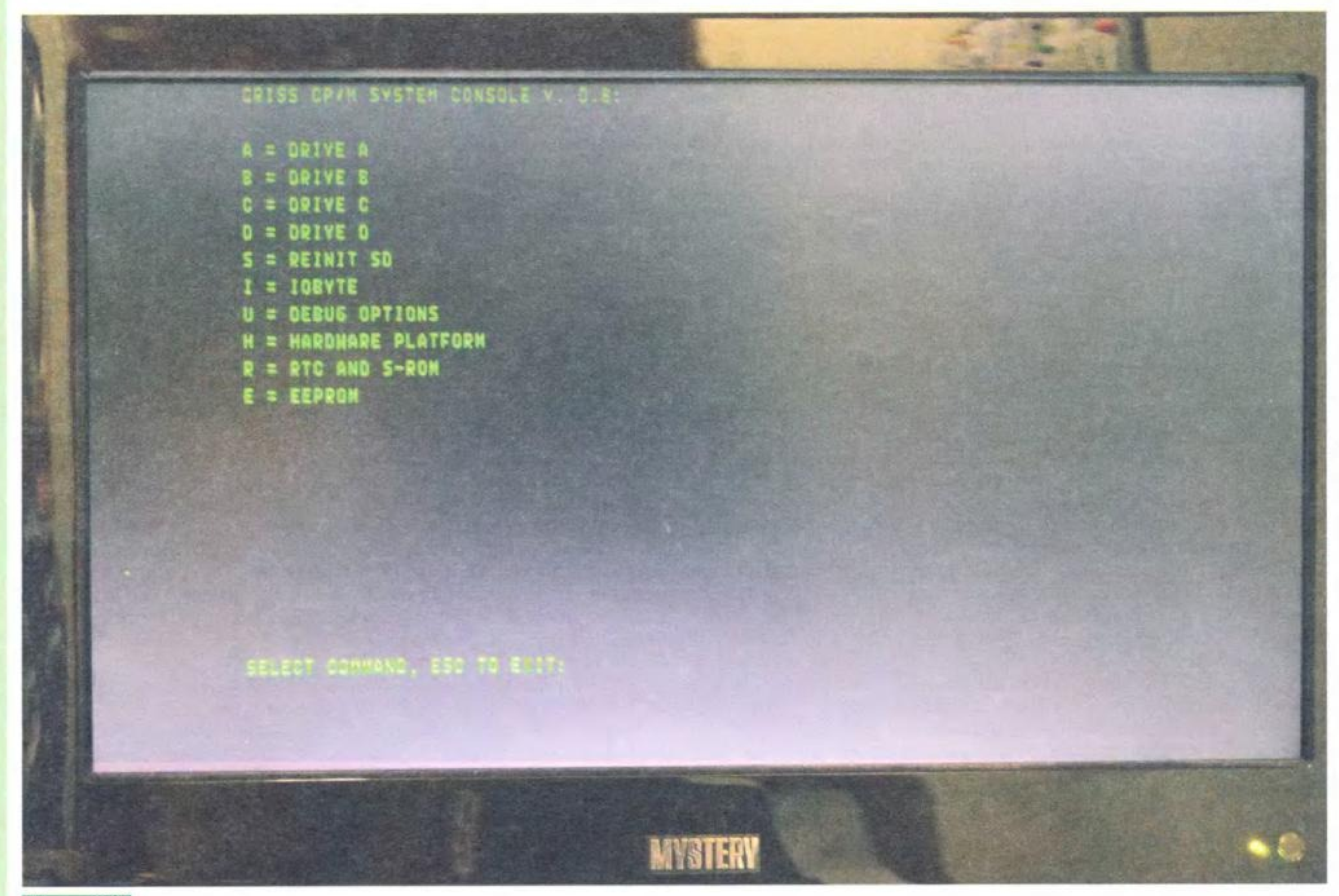


Рис. 13

Смена дискеты в приводе

Команды от A до D предназначены для имитации процедуры смены дискеты в дисководе. Система отобразит все загруженные образы дискет, выбор нужной происходит нажатием на букву, ассоциированную с образом. Поддерживается до 32 образов. Смена дискет может быть выполнена и из прикладной программы, при этом можно выбирать образы с номерами и больше 32.

В текущей версии при смене диска иногда первая операция записи на диск вызывает системную ошибку. Это происходит не всегда, причины изучаются, имейте это в виду.

В ОС CP/M есть жёсткая привязка к типу дискет, которая прописана в специальном описателе, который называется DPB. Поскольку КРИСС работает с образами дискет, он должен соответствовать настройкам ОС CP/M. В текущей версии настроены приводы A и B на образы размером 819 кБ, что соответствовало дискете 720 кБ (819 кБ — размер образа). Приводы C и D в системе присутствуют, но не настроены. Если возникнет необходимость в более чем двух логических приводах в системе, напишите запрос в редакцию; выполнить настройку больших проблем не составляет. Всего ОС CP/M может поддерживать до 16 приводов. Размер образа в текущей версии ограничен 2 МБ.

При необходимости смены SD-карты в процессе работы используется команда S СК. Для её корректной работы необходимо именно сменить физически карту в приводе, настройки текущего диска сбрасываются в состояние по умолчанию.

Управление сессиями

Системное ПЗУ (если установлено) позволяет сохранять рабочую сессию точно в том виде, который есть в момент сохранения. Общий объём ПЗУ — 128 кБ разделён на два блока по 64 кБ. По команде E СК открывается меню управления этими блоками. Текущее состояние ОЗУ, включая видеопамять, а также настройки дисплея и значения всех регистров, могут быть сохранены и восстановлены. Для хранения значения регистров используется 48 байт в конце памяти ОЗУ, поэтому, если по каким-то причинам они были использованы в работе (что крайне редкое явление), эта информация будет потеряна.

При переключении между сессиями программы могут обмениваться между собой данными через блок переменных общего пользования (см. дальше), где для этих целей зарезервировано 128 байт.

Выбор аппаратной платформы

Программы, написанные для ОС CP/M, совместимы между собой не полностью. У них есть общие принципы: с какого адреса загружается программа (0x0100), порядок обращения к функциям БДОС (CALL 0005), БИОС, но в частностях могут быть различия. Если не брать специальные программы, которые использовали специфическую периферию конкретных систем, большинство различий в программах связано с командами управления консольным выводом и вводом с клавиатуры. Иногда активно использовались порты ввода/вывода.

В части вывода это и уникальные для каждого производителя команды позиционирования курсора, включения атрибутов и т. п., и даже своя трактовка управляющих символов в интервале кодов 1—31. В части процедур ввода часто лишь кода нажатой клавиши было недостаточно, так как это не позволяло получить доступ, например, к функциональным клавишам, и программы восполняли этот пробел прямым обращением к периферийным устройствам.

Концептуально КРИСС рассматривается как самостоятельный компьютер со своим набором управляющих символов, структурой портов ввода/вывода и пр., но это не должно ограничивать возможность работы программы. Для этого предусмотрен специальный программный слой на уровне микропрограммы МК, обеспечивающий программную эмуляцию различных платформ и версий БИОС. Это достигается следующим образом:

— процедуры вывода на консоль вызывают специальную функцию из слоя совместимости, которая корректно обрабатывает управляющие символы и ESC-последовательности;

— операции ввода/вывода в порт из прикладных программ попадают в специальную процедуру обработки, которая воспроизводит поведение реальной платформы.

Основные настройки КРИСС тоже, по сути, представляют собой такую настройку.

Переключение между программными платформами выполняется через СК. В качестве базовых выбраны следующие платформы:

— Robotron 1715 в русской и европейской версиях как самый популярный CP/M-компьютер в СССР в конце 1980-х — начале 1990-х годов;

— KAYPRO и TRS-80 — популярные в 1980-х в США компьютеры, для которых доступны огромные архивы программ;

— Microbee, аналогично упомянутым, — популярный в Австралии компьютер.

Поддержка других платформ может быть легко добавлена, для этого достаточно иметь подробное техническое описание, и чтобы общие характеристики платформы (объём памяти и пр.) соответствовали КРИСС. Если у кого-то из читателей сохранились архивы программ и описание других платформ, которые можно реализовать на КРИСС, присылайте в редакцию свои предложения.

Режим эмуляции обычно работает корректно во всех аспектах, кроме поддержки экранных атрибутов (яркость, инверсия и пр.) в случае, когда программа работает напрямую с видеопамятью. В случае, если программа написана корректно и использует вывод через БИОС, каждый раз правильно выставляя команды настройки атрибутов, проблем не возникает. Так, для режимов совместимости на всех платформах корректно работает инверсия символов, что достигнуто за счёт того, что оригинальные машины использовали только 128 символов и вторая половина таблицы знакогенератора может быть использована для вывода инверсных символов.

КРИСС в базовом режиме старается поддерживать все возможные команды работы с экраном, за счёт чего достаточно большая доля программ работает корректно и в режиме КРИСС. Но для полной адаптации иногда требуется минимальная доработка исполняемых файлов (см. раздел про русификацию программ). Консольные программы, написанные в чисто терминальном варианте, одинаково работают в режиме любой аппаратной платформы.

В принципе, представленного выше материала для работы в режиме пользователя вполне достаточно.

Русификация и адаптация программ

Обычно программы не очень зависимы от семибитности ОС, поэтому вероятность быстрой адаптации её к КРИСС весьма высока, для этого есть все возможности. Есть ряд программ, где это почти невозможно выполнить именно из-за их первоначальной ориентации на работу только с базовым набором символов ASCII, а бит 7 используется для служебных целей. Примерами таких программ являются Бейсик (версия от Microsoft), где команды кодировались байтами с установленным 7 битом, и текстовый редактор Wordstar, известный в СССР как РЕФОР (РЕдактор/ФОРматер текстов), где тоже бит 7 использовался для маркировки конца слова.

Чтобы русифицировать какую-нибудь простую программу, даже написанную для неизвестного терминала, например игру, и обеспечить её корректную работу, можно выполнить несложный набор действий.

Для начала в любом шестнадцатеричном редакторе с поддержкой кодовой страницы CP866 заменить иностранные слова на понятные русские. Запустить программу, проверить работоспособность.

Самая типичная проблема — настройки управляющих кодов терминала, в частности команды позиционирования курсора. Обычно все коммерческие программы шли в комплекте с программой настройки или конфигуратором. Если такого нет, в СК необходимо включить отображение кодов выводимых символов.

Подключите к порту UART компьютера переходник UART—USB, откройте любой терминал, работающий с последовательным портом, установите скорость передачи 115200 бод, 8 бит, без проверки чётности. Включите в СК в разделе настройки отладчика (U) вывод кодов символов. Далее нужно просто "увидеть" команды позиционирования курсора — обычно они хорошо идентифицируемы как 1B + символ + два значения на фоне обычных символов. Как правило, всё дело как раз в промежуточном символе, он у всех был разный. А вот значение обычно было стандартным: координата со сдвигом на 0, 32 или 128, все три версии есть в КРИСС.

Далее, включив дополнительно мониторинг вызовов BIOS и BDOS, нужно найти адрес в программе, откуда была вызвана функция вывода на экран. Значение в скобках — позиция в файле (программы в CP/M грузятся с адреса 0x100). Далее снова шестнадцатеричным редактором заменить код на нужный.

Это общий принцип, для практического исполнения нужно общее понимание принципов работы программ и структуры вызовов БДОС и БИОС-функций, это придёт после нескольких экспериментов. Если будет интересная программа, которая работает не совсем корректно, присылайте вопросы на адрес редакции, попробуем совместно решить проблему.

Информация далее рассчитана больше на системных программистов и носит чисто технический характер. Поэтому, если вы не планируете пока вести разработку специальных программ под КРИСС, можно начинать работу с КРИСС, кроме, быть может, раздела про порт RS-232 и подключение принтера, если планируете его использовать.

(Продолжение следует)

Измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с защитой в формате пробника

Б. БАЛАЕВ, г. Нальчик, Кабардино-Балкария

Многие читатели по достоинству оценили измерители ёмкости и ЭПС, разработанные автором. Сегодня мы предлагаем ещё один вариант подобного прибора. Надеемся, что и это устройство также вызовет интерес.

В статье описан аналог измерителя ёмкости и ЭПС конденсаторов, опубликованного в [1], который сконструирован в формате пробника аналогично миллиомметру из [2]. Кроме того, в нём применён более современный и менее дорогой микроконтроллер PIC16F690. Все параметры и возможности предлагаемого варианта устройства, а также порядок работы с ним ничем не отличаются от прибора, описанного в [1].

Схема устройства приведена на **рис. 1**. Остановимся только на отличиях от прибора из [1]. Входные цепи защиты не претерпели никаких изменений. Изменены номиналы резисторов R7, R8 на более "ходовые" при сохране-

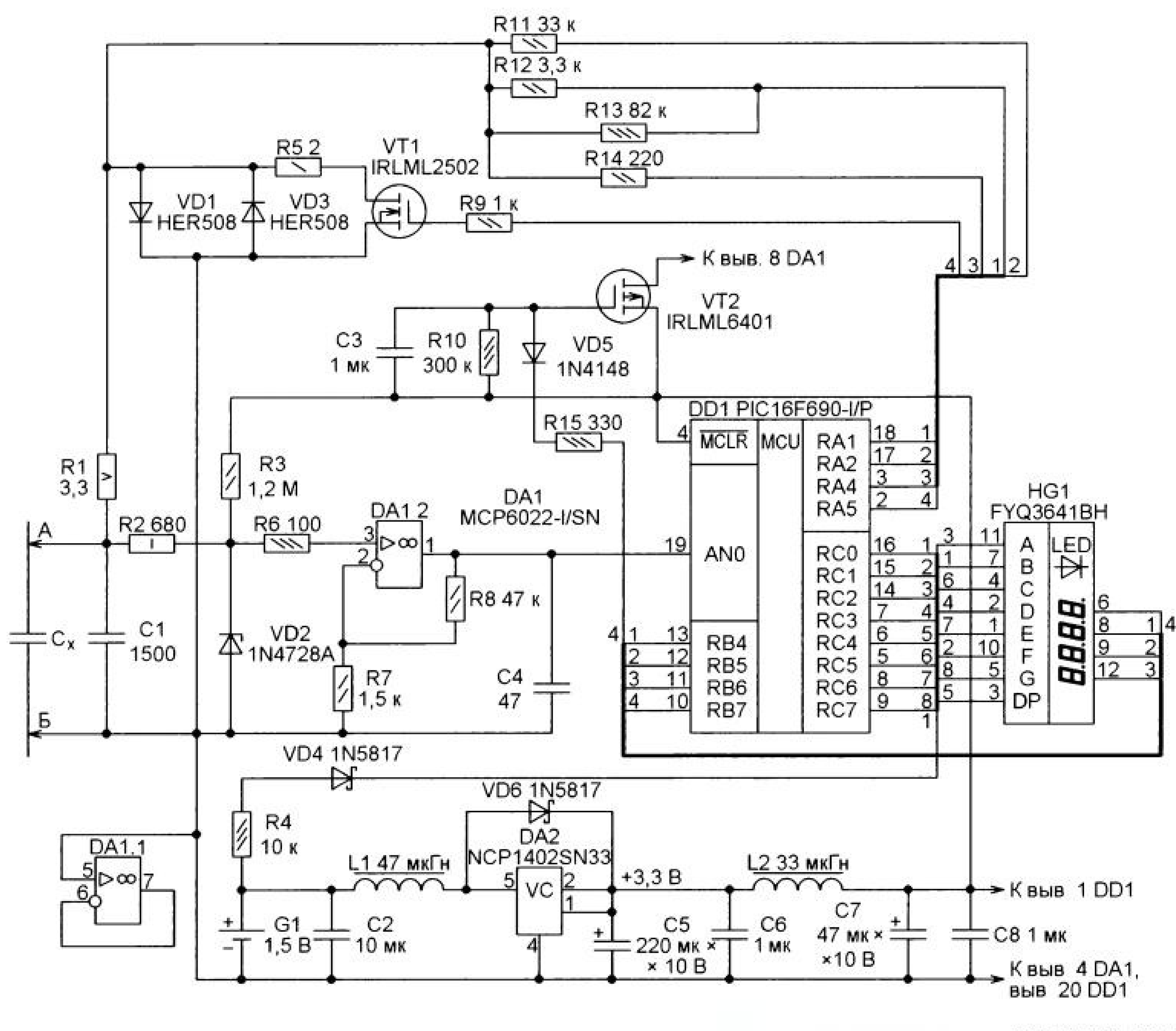


Рис. 1

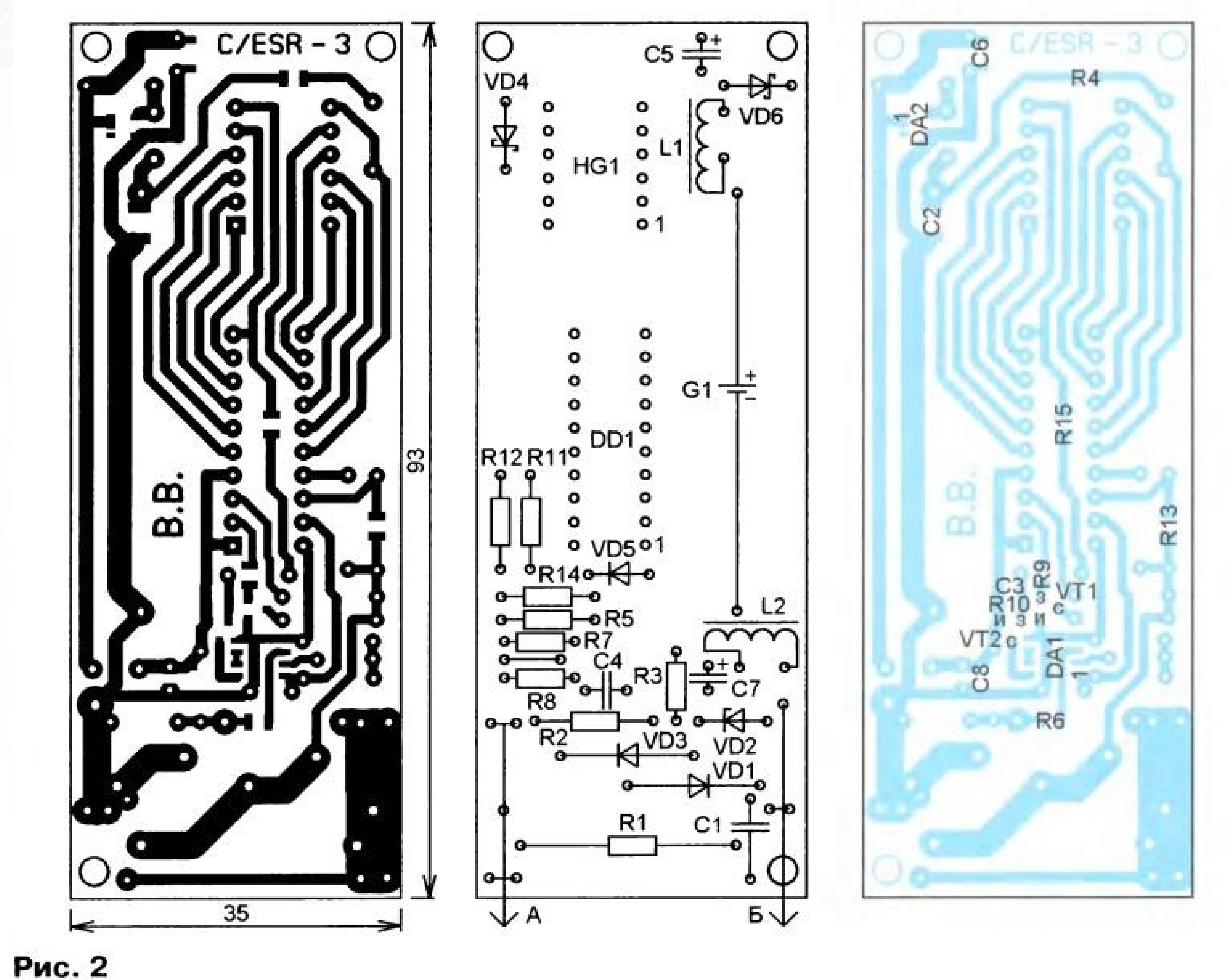
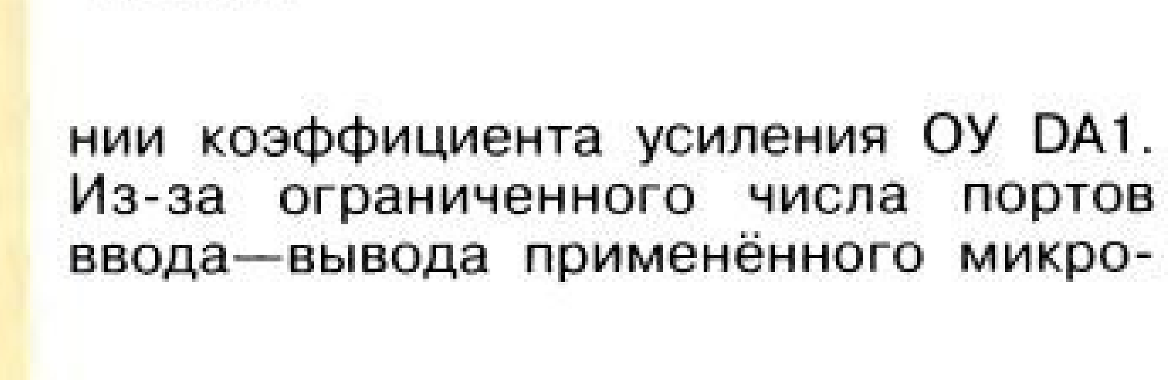


Рис. 2

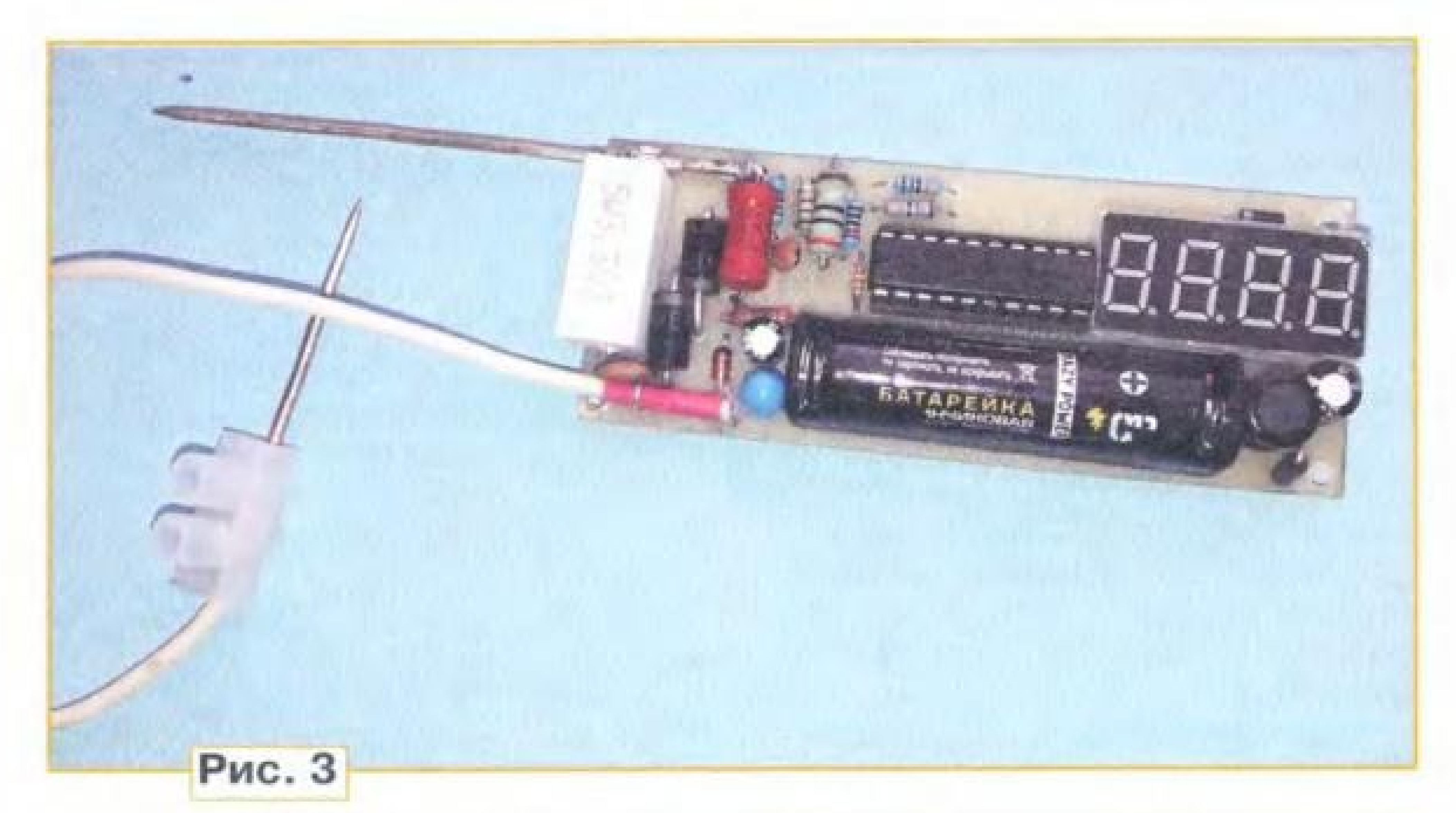


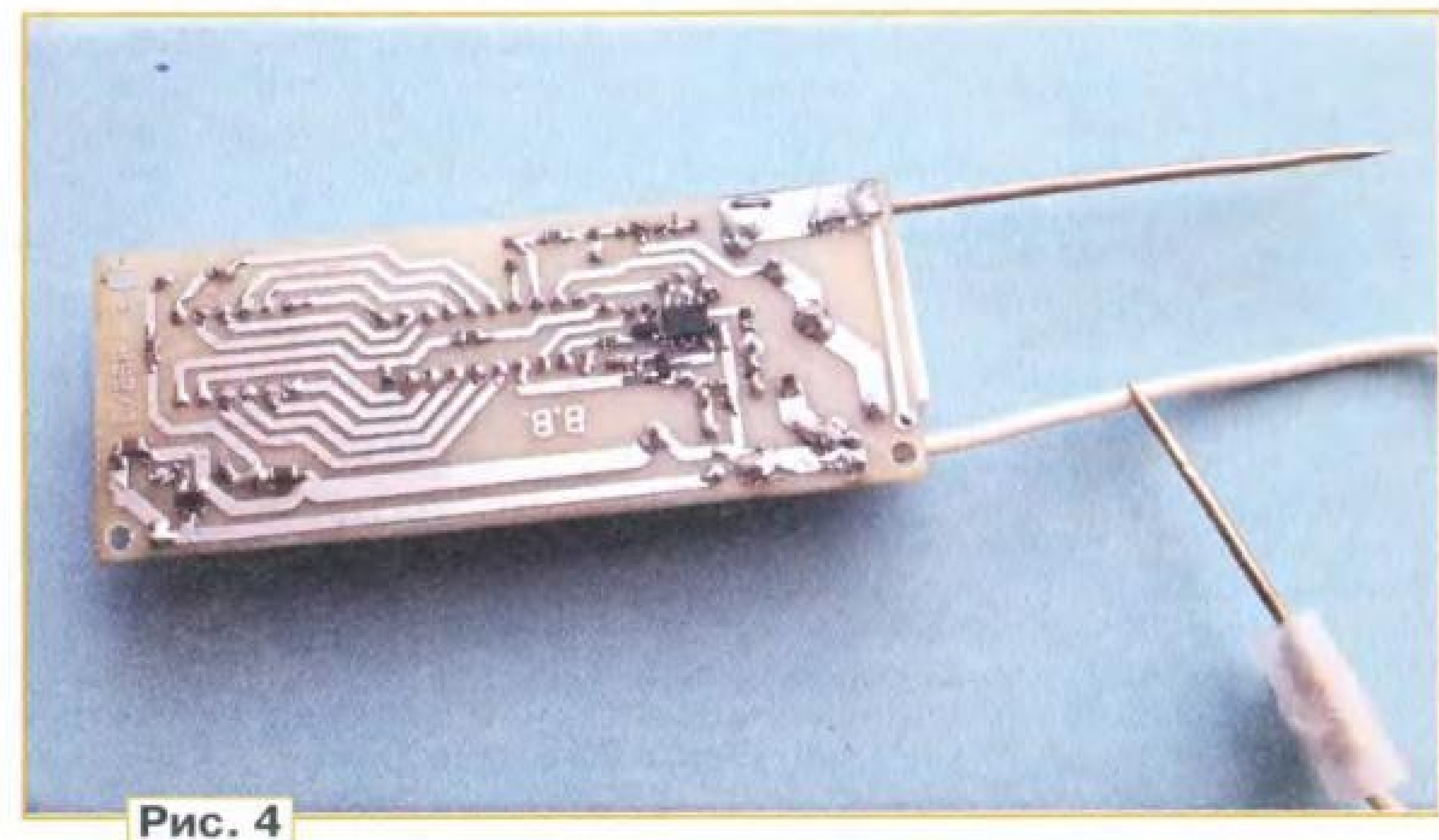
нии коэффициента усиления ОУ DA1. Из-за ограниченного числа портов ввода—вывода применённого микроконтроллера пришлось организовать питание ОУ через ключ на транзисторе VT2, который остаётся открытым при наличии импульсов низкого уровня на выводе 10 (порт RB7) микроконтроллера от системы динамической индикации. Благодаря элементам R15, VD5, C3, R10 при наличии этих импульсов на затворе транзистора VT2 поддерживается напряжение менее 1 В, достаточное для поддержания его в открытом состоянии, и на ОУ поступает напряжение питания 3,3 В. В спящем режиме на выводе 10 микроконтроллера присутствует высокий уровень, транзистор VT2 закрывается и, тем самым, ОУ не потребляет тока от элемента питания.

По той же причине нехватки выводов микроконтроллера функцию входа АЦП, подключённого к входу прибора непосредственно, минуя ОУ (требуется для анализа условий выхода из спящего режима), выполняет порт RA4 (вывод 3), сигнал на него поступает через резисторы R1, R14.

Индикатор подключён к микроконтроллеру непосредственно (обоснование корректности такого подключения для организации динамической индикации приведено в [1]). Измерение напряжения питания (порт RC0) и определение типа индикатора аналогичны прибору [2].

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 3


Рис. 4

Это, пожалуй, все отличия в работе предлагаемого прибора от описанного в [1].

Все детали устройства установлены на печатной плате размерами 93×35 мм, изготовленной из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Чертёж платы и расположение элементов на обеих её сторонах показаны на **рис. 2**.

Программа МК написана на языке С и оттранслирована в среде MikroC. Конструкция щупов повторяет описанную в статье [2]. При замене ОУ MCP6022 на MCP602 увеличится погрешность измерения ЭПС конденсаторов ёмкостью менее 4,7 мкФ. Транзистор IRLML6401 (VT2) можно заменить на AO3401. Резисторы R5, R7, R8, R11 и R12 должны быть с допуском не хуже 1 %. Для уменьшения пульсаций напряжения питания дроссели L1 и L2 следует устанавливать на плате так, чтобы плоскости их витков были взаимно перпендикулярны. Индикатор может быть как с общим анодом, так и с общим катодом.

Фотографии собранного устройства приведены на **рис. 3** и **рис. 4**.

Работа с прибором подробно описана в [3], а все изменения — в [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Балаев Б.** Усовершенствованный измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов. — Радио, 2020, № 8, с. 32—34.
2. **Балаев Б.** Миллиомметр для внутрисхемных измерений. — Радио, 2020, № 7, с. 21—23.
3. **Балаев Б.** Экономичный измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с усиленной защитой. — Радио, 2019, № 8, с. 17—21.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/esr-cap-prob.zip** на нашем сервере.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

БАШКИРИЯ. В начале февраля в г. Давлеканово началось вещание радиостанции "Радио Дача" на частоте 105,2 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7876.htm** (24.02.21)).

КАРЕЛИЯ. В г. Петрозаводске с 25 января заработала радиостанция "Шансон", эту станцию можно послушать на частоте 98,4 МГц (источник — URL: **https://www.karelia.news/news/3004066/v-petrozavodske-zarabotalo-radio-sanson-s-otkrytiem-pozdravil-aleksandr-marsal** (24.02.21)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. К региональной сети радиостанции "Наше радио" в середине января подключён г. Тихорецк. Частота вещания — 100,3 МГц (источник — URL: **https://nsn.fm/society/nashe-radio-nachalo-veschanie-v-tihoretske** (24.02.21)).

__Примечание__. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.

В г. Тихорецке в начале февраля началось вещание ещё одной радиостанции — "Радио Дача" на частоте 98,1 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7876.htm** (24.02.21)).

Радиостанция "Русский Хит" продолжает построение региональной сети. Вещание радиостанции стартовало в начале февраля в г. Тихорецке. Радио, объединяющее поклонников музыки на русском языке, доступно слушателям в этом городе на частоте 93,4 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/7878.htm** (24.02.21)).

КРЫМ. Радиостанция "Радио Jazz" начала вещание в г. Феодосии. Со 2 февраля радиостанцию можно услышать на частоте 98,5 МГц (источник — URL: **https://nsn.fm/lenta-novostei/radio-jazz-zazvuchalo-v-feodosii** (24.02.21)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Наше радио" с 1 февраля начала вещание в г. Кириши на частоте 103,6 МГц (источник — URL: **https://nsn.fm/music/nashe-radio-nachalo-veschanie-v-sarove-i-kirishah** (24.02.21)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 21 января началось вещание радиостанции "Радио Шоколад" в г. Сарове на частоте 101,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiochocolate98fm?w=wall-34682799_26538** (24.02.21)).

Радиостанция "Наше радио" с 1 февраля начала вещание в г. Сарове на частоте 89,9 МГц (источник — URL: **https://nsn.fm/music/nashe-radio-nachalo-veschanie-v-sarove-i-kirishah** (24.02.21)).

Радиостанция "Пионер FM" возобновила трансляции с 10 февраля в г. Сарове на частоте 96,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio_pionerfm?w=wall-97112944_2755** (24.02.21)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. 9 февраля филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию программ "Радио 54" на частоте 102,7 МГц в районном центре Сузун. Мощность передатчика — 100 Вт, высота подвеса передающей антенны — 75 м. Время вещания (местное) — с 06.00 до 24.00 ежедневно. Это 13-й по счёту передатчик сети "Радио 54" (источник — URL: **https://novosibirsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachinaet-translyatsiyu-radiostantsii-radio-54-v-suzune-novosibirskoy-oblasti/** (24.02.21)).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля 2021 г. на территории Оренбургской области (кроме г. Оренбурга) прекращает свою работу радиоканал "Милицейская волна". Для жителей г. Оренбурга радиовещание продолжится в прежнем формате (источник — URL: **https://vk.com/ortplaneta?w=wall-44428408_25209** (24.02.21)).

В г. Бузулуке с 9 февраля зазвучали позывные радиостанции "Мир". Слушать передачи можно, настроившись на частоту 102,7 МГц.

Напомним, что трансляция радиостанции "Мир" осуществляется на территории России, а также Армении, Беларуси, Кыргызстана, Латвии. Вещание ведётся в трёх часовых поясах: +0, +4, +7. Основа музыкальной политики — популярная русскоязычная музыка последних 15 лет. Также круглосуточно в эфире новости, интервью со звёздами и познавательно-развлекательные передачи широкой тематики (источник — URL: **https://mir24.tv/news/16447219/radio-mir-nachalo-veshchanie-v-gorode-buzuluk-na-chastote-1027fm** (24.02.21)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. К сети вещания радиостанции Love Radio" в середине февраля присоединился г. Орёл. Услышать радиостанцию в административном центре Орловской области можно на частоте 103 МГц (источник — URL: **http://www.advertology.ru/article151044.htm** (24.02.21)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Пензенский областной радиотелепередающий центр" по состоянию на 26 января завершил работы по установке ретрансляторов программ "Радио России" в УКВ-диапазоне CCIR (87,5...108 МГц). Последним установлен передатчик в селе Мещерском Сердобского района. Жители Тамалинского, Бековского и Сердобского районов теперь могут слушать программы "Радио России", в том числе и передачи ГТРК "Пенза", на частоте 103,1 МГц. Теперь "Радио России" можно считать единственной радиостанцией, которая вещает на территории всей Пензенской области (источник — URL: **https://russia58.tv/news/454178/** (24.02.21)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. С начала февраля вещание радиостанции "Приморская волна" стало доступно в четырёх городах Приморья:

— Уссурийске — на частоте 90 МГц;
— Находке — на частоте 101,9 МГц;
— Лесозаводске — на частоте 105,1 МГц;
— Партизанске — на частоте 100,3 МГц

(источник — URL: **https://vk.com/primvolna?w=wall-52252609_214** (24.02.21)).

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. С 8 февраля передатчик, транслирующий программу "Радио России" с региональными вставками, начал работать в г. Ртищево. Радиостанция доступна для приёма в 64 населённых пунктах Ртищевского и Аркадакского районов на частоте 101,5 МГц (источник — URL: **https://gtrk-saratov.ru/radio-rossii-i-programmy-gtrk-saratov-teper-dostupny-v-fm-diapazone/** (24.02.21)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. 2 февраля филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Воскресение" в городах Асбесте, Кировграде и посёлке Азанка. Программы радиостанции в Асбесте доступны на частоте 97,1 МГц, мощность передатчика — 100 Вт. В Кировограде "Воскресение" транслируется на частоте 91,1 МГц, мощность передатчика — 30 Вт. В Азанке трансляция ведётся на частоте 104,9 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://ekburg.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radioprogrammy-voskresenie-v-asbeste-kirovgrade-azanke-/** (24.02.21)).

5 февраля филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Воскресение" в с. Афанасьевское. Программы радиостанции доступны на частоте 99,7 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://ekburg.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-voskresenie-v-afanasevskom/** (24.02.21)).

ТАТАРСТАН. Радиостанция "Искатель" с 4 февраля начала вещание в г. Альметьевске на частоте 90,5 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_44343** (24.02.21)).

ХАКАСИЯ. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Хакасия" в середине февраля начал трансляцию радиостанции "Радио России" в селе Боград. Жителям этого села и населённых пунктов, входящих в зону покрытия вещанием, доступен приём "Радио России + Радио Хакасии" на частоте 102,4 МГц.

Радиотелецентр Республики Хакасии также начал трансляцию радиостанции "Радио России" с местными включениями в г. Сорске. Жителям этого города и населённых пунктов, входящих в зону покрытия вещанием, доступен приём передач на частоте 103,9 МГц. Также началась трансляция "Радио России" с региональными включениями в с. Шира Ширинского района на частоте 104,1 МГц (источник — URL: **https://abakan.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-bograde-sorske-i-shire/** (24.02.21)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. В середине февраля в г. Челябинске начала вещание новая радиостанция на частоте 106,8 МГц — "Радио Ваня". Новый сетевой партнёр государственной телерадиокомпании "Южный Урал" радует своих слушателей танцевальной музыкой, и не только (источник — URL: **https://www.cheltv.ru/radio-vanya-106-8-fm-v-chelyabinske/** (24.02.21)).

ЧУКОТКА. Дальневосточный региональный центр РТРС с 1 февраля начал трансляцию "Радио России" в селе Янракыннот на частоте 105,1 МГц. Мощность передатчика — 70 Вт, этого хватает для уверенного приёма в самом населённом пункте и рядом с ним. Раньше вещание этой радиостанции в селе, где проживают более 300 человек, шло на средних волнах (источник — URL: **https://yandex.ru/turbo/anadyr.org/s/pub/radio-rossii-v-sele-yanrakynnot-nachali-translirovat-v-fm-diapazone** (24.02.21)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРИЯ. "ТрансМировое радио" (TWR) для трансляции религиозных программ в летнем сезоне на русском, украинском и белорусском языках запланировало средневолновую частоту 999 кГц (передатчик в Приднестровье мощностью 500 кВт) с 17.30 до 19.00. Время вещания в течение сезона может быть скорректировано.

Эта же радиостанция будет транслировать передачи на русском языке для стран Средней Азии и Кавказа на средневолновой частоте 864 кГц (передатчик в Армении мощностью 1000 кВт) с понедельника по пятницу с 17.25 до 17.55. На указанной частоте TWR ведёт также вещание на туркменском, казахском, каракалпакском языках.

ВЬЕТНАМ. С 28 марта, при переходе на летнее расписание вещания, "Голос Вьетнама" будет использовать частоту 11885 кГц для трансляций программ на русском языке. Из-за помех заменяется ранее использовавшаяся частота 7280 кГц (источник — URL: **https://vovworld.vn/ru-RU/обратная-связь/объявление-947145.vov** (24.02.21)).

ИНДИЯ. "Всеиндийское радио" ("All India Radio", AIR) расширило информацию о цифровом вещании в стране на средних волнах (данные на февраль 2021 г.). Некоторые DRM-передатчики поражают своей мощностью (источник — URL: **https://prasarbharati.gov.in/drm-digital-radio-of-air** (24.02.21)).

На странице **https://prasarbharati.gov.in/drm-digital-radio-of-air#1603620010167-2ec2d6be-f473** предоставлен список из 33 местоположений DRM-передатчиков. У всех есть ссылки на карты покрытия, датированные сентябрём 2020 г.

Четыре радиоканала временно не работают:

— Ченнаи — на частоте 783 кГц;
— Дели — на частоте 1368 кГц;
— Гувахати — на частоте 1026 кГц;
— Раджкот — на частоте 1071 кГц

(источник — URL: **https://prasarbharati.gov.in/homepage-air/** (24.02.21)).

КИТАЙ. Радиостанция "China National Radio" (CNR) с порядковым номером 17 изменила расписание передач (в форме радиоуроков) на русском языке. Теперь оно выглядит так:

— со среды до понедельника включительно с 06.15 до 06.27 — на частотах 720, 792, 945, 1008, 1098, 1323, 1260, 1269, 1422, 11630, 12055 кГц;

— по вторникам в то же время, но только на средневолновых частотах, трансляции отсутствуют на коротких волнах (в этот день профилактические работы на КВ-передатчиках);

— ежедневно с 17.15 до 17.27 — на частотах: 720, 792, 945, 1008, 1098, 1233, 1260, 1269, 1422, 6145, 9630 кГц.

Время начала и окончания передач может варьироваться в пределах 2...5 мин, уроки русского языка — в эфире в первую половину месяца, в остальные дни на этих же частотах и в это же время — уроки на английском языке.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2021

CNR ведёт вещание на языках национальных меньшинств в Китае: корейском, уйгурском, казахском, монгольском. CNR-17 транслирует программы на казахском языке. Поэтому радиоуроки проходят на русском с переводом на казахский и на английском тоже с переводом на казахский язык.

ЛАТВИЯ. В первый день февраля одна из самых успешных российских радиостанций "Авторадио" появилась в эфире столицы Латвии. Топовые артисты, лучшие музыкальные хиты и актуальные программы для жителей г. Риги звучат теперь на частоте 103,2 МГц. Также "Авторадио" зазвучало на частоте 96,1 МГц в одном из городов, расположенных на берегах Даугавы, — Краславе (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/20332** (24.02.21)).

СИРИЯ. Иновещание "Радио Дамаск" ("General Organization of Radio and TV — Syria Syrian Foreign Radios") можно слушать на сайте по адресу: **https://soundcloud.com/syrianforeignradios**. Программы Русской службы маркированы по-русски.

УКРАИНА. С первого февраля "Национальная общественная телерадиокомпания Украины" возобновила вещание "Украинского радио" в средневолновом диапазоне на частоте 549 кГц.

Средневолновой передатчик "Украинского радио", находящийся в с. Луч Николаевской области, мощностью 400 кВт, покрывает большую часть территории Украины, с вечера до утра — всю территорию Украины.

По словам директора по организации и развитию сетей телерадиовещания Дмитрия Грузинского, средневолновой передатчик действительно позволяет закрыть эфирным сигналом "Украинского радио" значительные территории.

"Речь идёт о центральных и южных областях и Крыме. Кировоградщина, Николаевская, Одесская области не имеют хорошего покрытия в УКВ-диапазоне, особенно в сельской местности. Поэтому, несмотря на очень высокую стоимость трансляции в средневолновом диапазоне, мы восстанавливаем этот вид речи, чтобы люди могли слушать программы Общественного радио", — сказал он (источник — URL: **https://stv.detector.media/reformuvannya/radio/ukrainske_radio_vidnovlyue_movlennya_na_serednikh_khvilyakh/** (24.02.21)).

ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА. Общинная радиостанция "Ndele Pas Loin" возобновляет работу в ЦАР после нескольких месяцев вынужденного молчания. Станция начала вещание на севере Центральноафриканской Республики в апреле 2016 г., вскоре после вступления в должность действующего президента республики Фостен-Арканжа Туадера. В 2020 г., когда накануне декабрьских выборов на территории страны активизировались преступные группировки, станцию разграбили, вынеся всё оборудование.

Благодаря усилиям Международной организации по миграции (МОМ) и содействию миссии ООН в ЦАР, НПО "Internews" и сети общинных СМИ республики радиостанция получила новое оборудование и улучшенный передатчик мощностью 1 кВт, который позволит расширить зону трансляций (источник — URL: **https://riafan.ru/1390811-centralnoafrikanskaya-radiostanciya-ndele-pas-loin-vozobnovlyaet-veshanie** (24.02.21)).

СМИ

Интересный материал "Российские радиостанции рассказали о вещании в эпоху COVID-19" размещён на сайте РИА "Новости": **https://ria.ru/20210212/radio-1597158904.html**.

Особенно любопытным показался рассказ представителя ФГУП ВГТРК: "...любой желающий может включить приёмник, к примеру, на частоте главного радио России — "Радио России" и попытаться понять, что интересного оно предлагает слушателю, к примеру, находящемуся на "удалёнке" дома. Не затрагивая тему об обильном присутствии рекламы всяческих БАДов, однако в сетке вещания преобладают в основном политические программы".

Если в 2005 г. радио не слушали 23 % россиян, а в 2009 г. — 36 %, то сейчас доля игнорирующих данное медиа достигла 45 %. Пик пришёлся на 2019 г., когда этот показатель составлял 50 %. Согласно опросу ВЦИОМ, 14 % респондентов стали слушать радио чаще, чем 5...7 лет назад, 24 % — реже, у 17 % — медиапотребление осталось неизменным.

Не слушают радио преимущественно молодые люди — в группе 18—24-летних доля игнорирующих составляет 68 %. Тренд подтверждается и данными медиаизмерителя (источник — URL: **https://www.radioportal.ru/news/radio-poteryalo-moloduyu-auditoriyu** (24.02.21)).

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

8 февраля 1991 г. в Ленинграде на частоте 102 МГц вышло в эфир "Радио РОКС". В России началась эпоха УКВ-вещания в диапазоне CCIR (87,5...108 МГц). В 2006 г. жюри национальной премии "Радиомания" признало первый коллектив станции "Радиолегендой". В наше время ежемесячная аудитория радио в России насчитывает 107 млн человек.

Первые отечественные негосударственные радиостанции "Европа плюс", "Ностальжи", "М-Радио", "Эхо Москвы", "Радио Балтика" появились в 1990 г. на средних и ультракоротких волнах.

В октябре 1990 г. Всесоюзная комиссия по телерадиовещанию открыла для вещания первый УКВ-диапазон 100...104 МГц. До этого диапазон частот 87,5...108 МГц для эфирного радиовещания в СССР не использовался (полный текст: **https://www.comnews.ru/content/213179/2021-02-17/2021-w07/30-let-fm-veschaniyu-rossii-radio-i-legenda** (24.02.21)).

Хорошего приёма и 73!

Предварительный УЗЧ с токовым выходом

А. СОКОЛОВ, San Diego, USA

Предварительный УЗЧ (предусилитель), описание которого приводится ниже, предназначен для работы совместно с высококачественным УМЗЧ, описанным в [1]. Его отличительная черта — токовый выход, хорошо согласующийся с токовым входом УМЗЧ. Схема усилителя показана на **рис. 1**. Он собран на двух сдвоенных ОУ TLE2082ACP (DA1 и DA2) [2], являющихся дальнейшим развитием широко известного ОУ TL082. Устройство выполнено в стиле ламповой техники 70-х годов XX века, а именно в стиле разумного минимализма. Простейшим регулятором громкости является переменный резистор R3 с антилогарифмической характеристикой (тип B). Тонкомпенсация отсутствует, так как, по моему мнению, основанному на многолетней практике, буханье сигналов низких частот на малой громкости только раздражает. Раз уж природой предусмотрено снижение восприятия низких частот при малой громкости, вряд ли стоит пытаться это корректировать, поскольку естественность звучания нарушается. Входной каскад на ОУ DA1.1 усиливает входной сигнал в три раза и имеет высокое входное и очень низкое выходное сопротивление для согласования с двухполосным регулятором тембра, выполненным на ОУ DA1.2, переменных резисторах R6, R7, постоянных резисторах R1, R2, R5, R9, R10 и конденсаторах C2, C3. Этот регулятор тембра с регулировкой раздель-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

но по высоким и низким частотам собран но классической схеме, широко используемой в прошлом в ламповой технике. Переменным резистором R6 регулируют уровень низких частот в пределах ±17 дБ, а переменным резистором R7 — уровень высоких частот в тех же пределах. Переменные резисторы R6 и R7 имеют линейную зависимость (тип А). Во избежание шорохов при регулировке громкости и тембра желательно использовать качественные переменные резисторы с графитовым скользящим контактом. На схеме показан только один канал, так что в двухканальном усилителе все три переменных резистора должны быть сдвоенными на одной оси. Регулятор стереобаланса тоже отсутствует, поскольку в моей многолетней практике он ни разу не использовался в прежних разработках усилителей, хотя и присутствовал.

ОУ DA2.1 с соответствующими резисторами и конденсаторами образует активный ФНЧ третьего порядка с частотой среза 20 кГц. Этот ФНЧ предотвращает нежелательный подъём частотной характеристики в диапазоне выше 20 кГц при максимальном подъёме верхних частот регулятором тембра. Наличие такого фильтра весьма желательно при воспроизведении оцифрованного звука, например, компакт-дисков или MP3 файлов, поскольку частота дискретизации 44,1 кГц попадает на вход усилителя и может ухудшить звучание. Кроме того, снижается шум в паузах (шипение). Компоненты ФНЧ подобраны так, что его частотная характеристика соответствует обратному полиному Бесселя третьего порядка. При этом фазочастотная характеристика ФНЧ линейна в полосе пропускания, что сохраняет исходную тембровую окраску звука. Разумеется, это справедливо только в среднем положении движков резисторов регуляторов тембра. Частотная характеристика предусилителя при различных положениях регулятора тембра показана на **рис. 2**.

Последний каскад усилителя на ОУ DA2.2 является источником тока, управляемым напряжением (ИТУН) для получения токового выхода. Крутизна преобразования — 1,1 мА/В. Монтаж ИТУН имеет некоторые особенности. Поскольку в одном канале предусилителя десять резисторов номиналом 10 кОм с пятипроцентным допуском, перед установкой необходимо измерить сопротивление каждого резистора и отобрать две пары с возможно малым отличием друг от друга, не более одного процента. Из десяти резисторов одного номинала это всегда возможно. После этого одну пару резисторов установить на место резисторов R19 и R20, а вторую — на место резисторов R16 и R18. Резистор R21 вносит намеренный дисбаланс в мостовую схему ИТУН в сторону отрицательной обратной связи, поскольку его сопротивление меньше сопротивления резистора R22. Чем ближе сопротивления резисторов R21 и R22 друг к другу, тем больше выходное сопротивление ИТУН, что хорошо, но и больше сдвиг нуля на выходе ОУ DA2.2, что плохо. С учётом неидеальности взаимного равенства пар резисторов R19, R20 и R16, R18, искусственный дисбаланс в 250 Ом достаточен для ограничения сдвига нуля выхода DA2.2 до 50 мВ, при этом сохраняется выходное сопротивление ИТУН не менее 75 кОм до частоты 10 кГц. Этого вполне достаточно для нормальной работы подключённого к выходу УМЗЧ. Зависимость выходного сопротивления ИТУН от частоты показана на **рис. 3**.

Все постоянные резисторы — металлоплёночные с допуском 5 %.

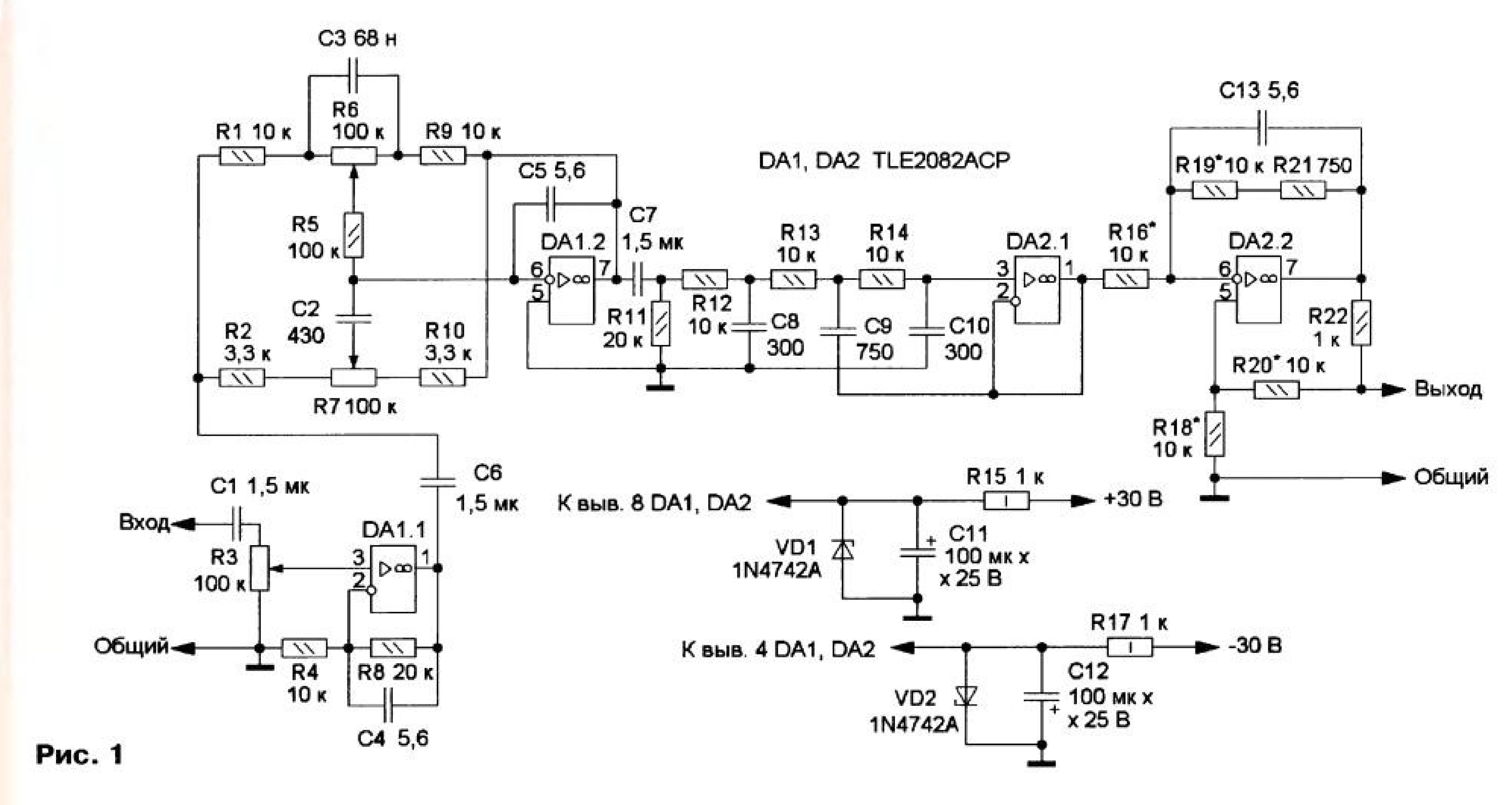


Рис. 1

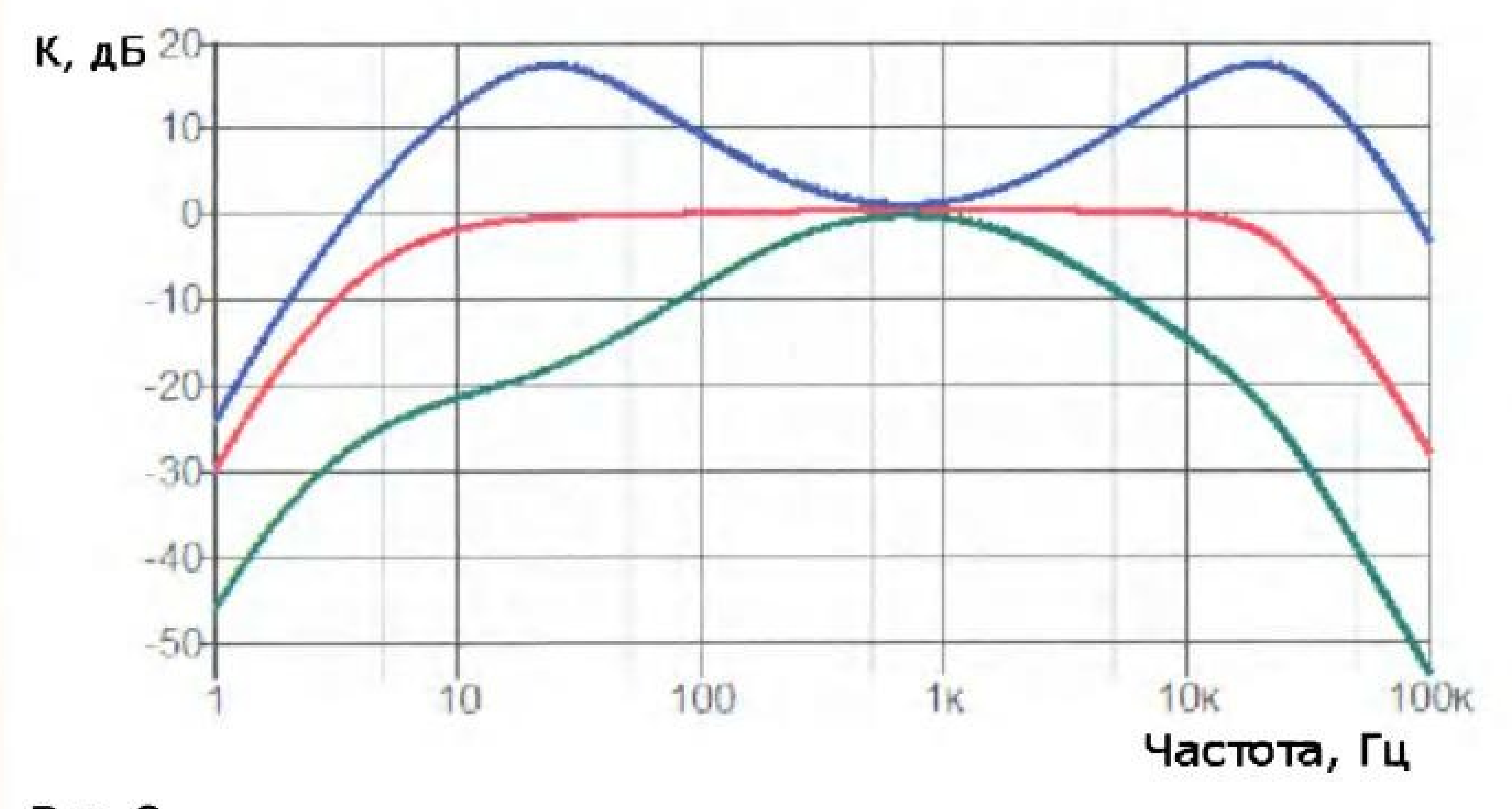


Рис. 2

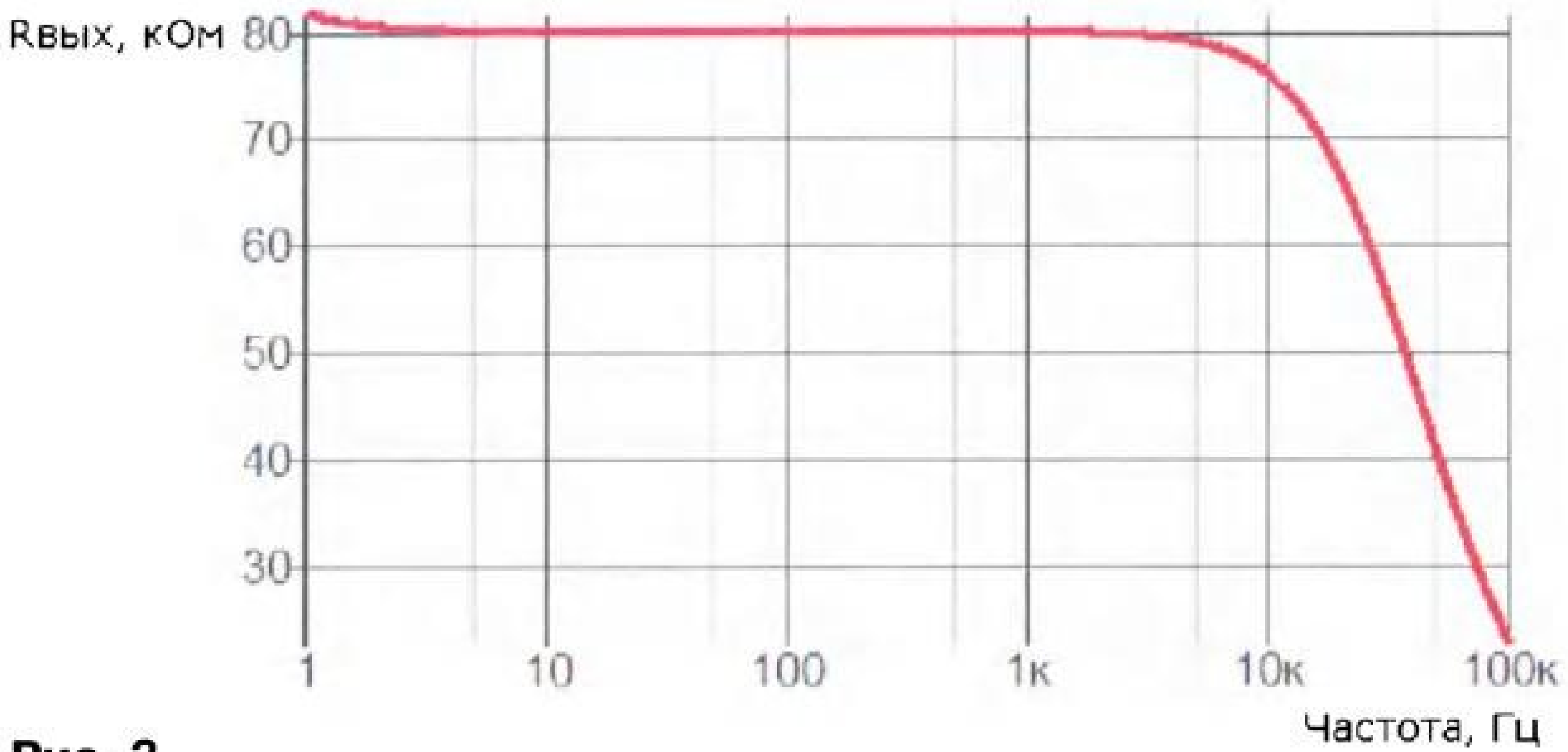


Рис. 3

Конденсаторы C11 и C12 — оксидные, остальные — керамические. Причём конденсаторы C1, C6, C7 — X7R с допуском 10 %, остальные, включая C2, — обязательно NP0 или C0G с допуском 5 %. Номинальное напряжение всех конденсаторов — не менее 25 В. Можно использовать ОУ TLE2072, OPA2132, OPA2134, популярные RC4560 и RC4580 и даже устаревшие TL072, правда, с худшим результатом (выходное сопротивление ИТУН уменьшится до 20 кОм на частоте 10 кГц, что допустимо, но несколько увеличивает нелинейные искажения подключённого УМЗЧ). При использовании ОУ OPA2132 или OPA2134 сопротивление резисторов R15 и R17 следует уменьшить до 750 Ом из-за большего потребляемого тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Соколов А.** Высококачественный транзисторный усилитель. — Радио, 2021, № 3, с. 15—18.

2. TLE208x, TLE208xA, TLE208xY EXCALIBUR HIGH-SPEED JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS. — URL: **https://www.west-l.ru/uploads/tdpdf/oqtle2081-to-tle2084_e.pdf** (05.02.21).

Источник питания для УМЗЧ на лампе ГМ70

В. ФЕДОСОВ, г. Краснодар

Предлагаемый вниманию читателей источник питания предназначен для "УМЗЧ на ГМ70", описание которого приведено в "Радио", 2021, № 3 на с. 11—15, но его можно использовать для питания других ламповых усилителей.

При постройке лампового усилителя на генераторных лампах необходимо несколько источников питающего напряжения. Как правило, с низковольтными источниками проблем не возникает. Однако получить высокое анодное напряжение с малым уровнем пульсаций — не такая простая задача. Классический метод фильтрации — применение дросселей и конденсаторов. Такой метод ведёт к удорожанию усилителя и к избыточной массе. Поэтому был применён иной метод фильтрации высокого анодного напряжения. В высоковольтном источнике применяются современные методы устранения помех, шумов и пульсаций.

Схема источника питания показана на **рисунке**. Первичные цепи питания трансформатора T1 имеют конденсаторные фильтры сетевых помех, они типовые и поэтому на схеме не показаны. Система "мягкого старта" силового трансформатора особенностей не имеет, она состоит из реле K1 и K2, которые своё питание получают из сети с напряжением 230 В через балластные конденсаторы C1, C3 и C2, C5, а также выпрямительные диодные мосты VD2 и VD3.

Для получения высокого анодного напряжения 950 В применено трёхсекционное построение, с фильтрацией в каждой секции. Рассмотрим работу нижней секции высоковольтного источника. Она состоит из выпрямительного моста VD7 (BR810), диоды которого зашунтированы конденсаторами C15, C16, C38, C39, шунтирование диодов позволяет уменьшить коммутационные помехи при их переключении. Пульсирующее напряжение снимается со сглаживающего конденсатора C53 и через резисторы R15, R16, а также конденсаторы C52, C57 подаётся на базу транзистора VT3. Конденсатор C53 через резисторы R14, R23, R27, R30 связан с коллектором транзистора VT3. Ток коллектора транзистора VT3 будет изменяться в противофазе помехам, поэтому происходит взаимная компенсация ВЧ-помех, индустриальных помех, шумов и пульсаций, а с коллектора транзистора VT3 снимается питающее напряжение, свободное от вышеуказанных помех, что хорошо отражается на итоговом уровне шумов на выходе усилителя. На транзисторе VT3 рассеивается мощность около 4 Вт, поэтому его необходимо установить на теплоотвод. Поскольку применённый транзистор в изолированном корпусе, сделать это не сложно. Было проведено сравнение между тройным дроссельным фильтром и активным фильтром на транзисторе, фактический результат был в пользу последнего. После выключения источника питания транзистор VT3 через резисторы R14, R23, R27, R30 разрядит конденсатор C53.

В момент включения первоначально срабатывает система "мягкого старта" трансформатора T1. Затем срабатывает узел задержки включения анодного питания, который выполнен на транзисторе VT4, эмиттер которого подключён к источнику питания −15 В, а в цепь коллектора включены реле K3 и K4, через контакты которых к верхней и средней секциям высоковольтного стабилизатора подключаются обмотки трансформатора T1. Через резисторы R37, R38 начнёт протекать ток зарядки конденсатора C81. Время задержки определяют подстроечный резистор R37, ёмкость конденсатора C81 и напряжение открывания стабилитрона VD12. По достижению на конденсаторе C81 напряжения 20 В стабилитрон VD12 и транзистор VT4 откроются, вследствие чего включатся реле K3 и K4. Источник питания ±15 В выполнен на интегральных стабилизаторах DA1 и DA2 и особенностей не имеет.

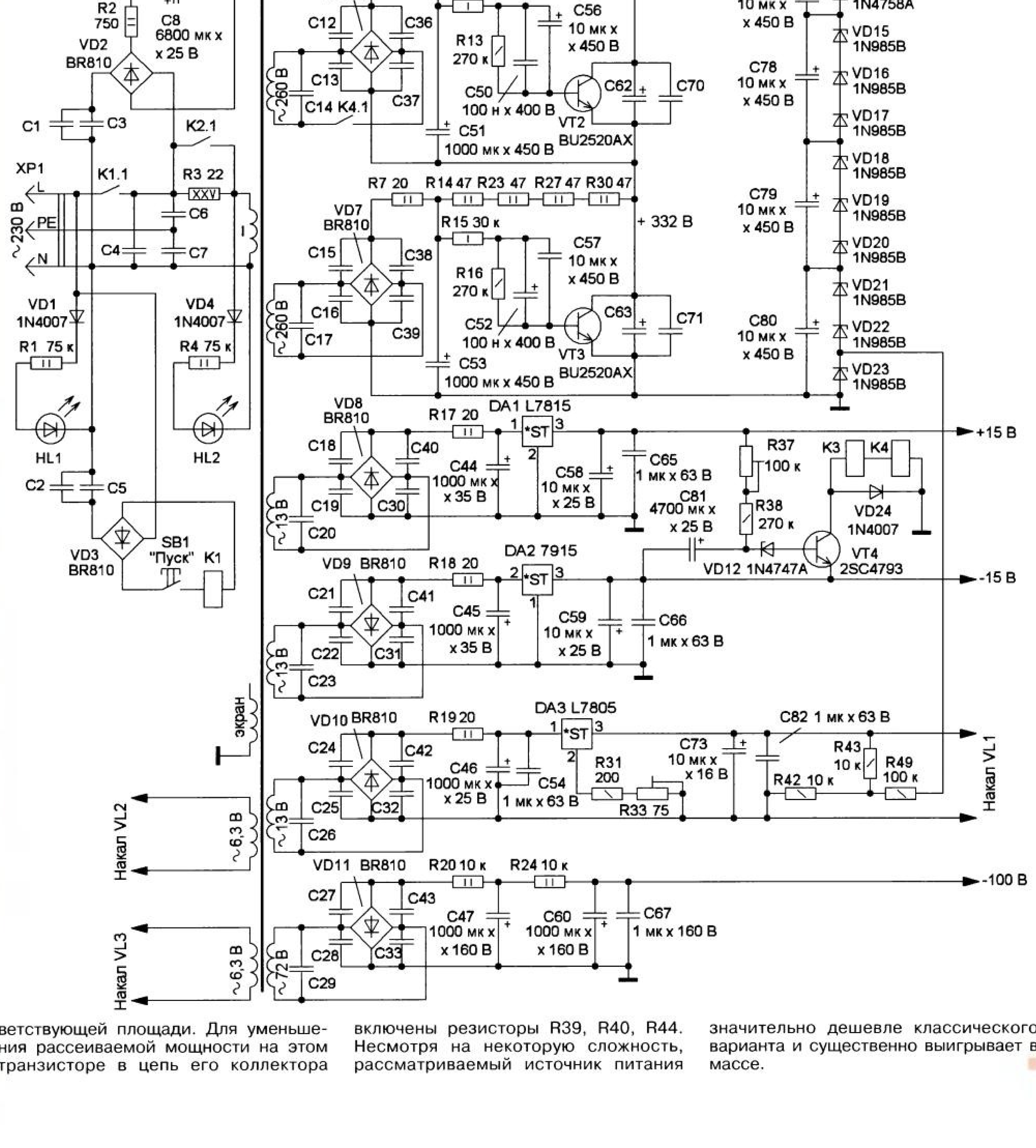
Для уменьшения фона переменного напряжения было применено питание накала лампы первого каскада постоянным стабилизированным напряжением. Напряжение накала для лампы VL1 снимается с выхода интегрального стабилизатора на микросхеме DA3. Для точной установки напряжения накала применён подстроечный резистор R33. Учитывая большой размах напряжения на лампах VL2 и VL3, их накалы возможно запитать переменным напряжением, которое снимается с разных обмоток трансформатора T1.

Для практически полного устранения пульсаций высоковольтного напряжения введён параметрический стабилизатор напряжения на транзисторе VT5 и стабилитронах VD14—VD23, которые зашунтированы конденсаторами C77—C80 относительно небольшой ёмкости. Учитывая колебания сетевого напряжения, на транзисторе VT5 может рассеиваться около 4 Вт, поэтому его необходимо установить на теплоотвод соот-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2021

C1, C2 1 мк x 630 В
C3 330 н x 630 В
C4, C6, C7 100 н x 630 В
C5 220 н x 630 В
C9—C43 100 н x 630 В
C61—C63 68 мк x 450 В
C64, C70, C71 1 мк x 400 В
C68, C69, C72 68 мк x 450 В
C74—C76 1 мк x 400 В
C83—C85 68 мк x 450 В
C86—C88 1 мк x 400 В

R34—R36, R46—R48 680 кОм
VT5 FGA15N120ANTDTU-F109



ветствующей площади. Для уменьшения рассеиваемой мощности на этом транзисторе в цепь его коллектора включены резисторы R39, R40, R44. Несмотря на некоторую сложность, рассматриваемый источник питания значительно дешевле классического варианта и существенно выигрывает в массе.

Автоматика откатных ворот

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

Потребовалось автоматизировать откатные ворота для удобства пользования ими, чтобы, не выходя из машины, открывать и закрывать их. Но когда автор узнал, сколько стоит промышленная автоматика для таких ворот, энтузиазм пропал моментально. Поэтому было решено сделать бюджетный вариант автоматики для откатных ворот из доступных и недорогих материалов.

В качестве электронных узлов были применены в основном покупные электронные блоки, в том числе и Arduino, а механическая часть изготовлена из старого аккумуляторного шуруповёрта на напряжение 12 В, велосипедной цепи и металлических уголков из магазина стройматериалов. После нескольких проб и ошибок получилась простая и технологичная конструкция, описание которой приводится далее.

Начнём описание с механической части откатных ворот. Вместо зубчатой рейки, которая применяется в промышленных вариантах ворот и у которой неподъёмная цена, использована велосипедная цепь. Но поскольку у стандартной цепи длина 1,4 м, а ворота шириной 4 м, было соединено последовательно три цепи. Цепь закреплена горизонтально на высоте около 60 см, но её можно установить и под потолком, просто неудобно будет потом обслуживать механизм. Слева цепь вставлена в отверстие в профильной трубе и зафиксирована винтом М5 (**рис. 1**), а справа она закреплена в кольце рым-гайки винтом М5 и натягивается болтом М8 (**рис. 2**).

Центральный замок сделан так, что он автоматически закрывается при закрытии ворот под собственным весом, для этого язычок сделан из четырёх металлических пластин размерами 120×40 мм с прорезью под фиксатор (**рис. 3**). Для фиксатора применено крепление под болт М12, куда закручен болт М12 с ограничивающей шайбой. Открывается замок сервомашинкой MG996, соединённой с язычком цепью. Открытие замка контролируется датчиком — концевым выключателем, который фиксирует поднятие язычка (замок открыт). Датчик нужен, чтобы автоматика не включила привод ворот при закрытом замке. Сервомашинка и язычок закреплены на металлических уголках и установлены на вертикальной стойке боковой стены. Фиксатор закреплён на профильной трубе ворот.

В качестве датчиков контроля положения ворот применены контактные выключатели, показанные на **рис. 4**. На каждый из них установлена плата с разъёмом для удобства обслуживания и с резистором, подтягивающим открытый вход микроконтроллера к линии питания +5 В. При желании на плату можно добавить светодиод, контролирующий срабатывание датчика. Два датчика крайних положений ворот соединены вместе, между ними находится металлический уголок для крепления на основание.

Выше над центральным замком установлены три контактных выключателя (**рис. 5**). Нижние два контролируют открытие и закрытие ворот, левый — закрытие, правый — открытие, а верхний уменьшает скорость движения ворот вначале и в конце для плавного закрытия ворот (доводчик). В начале и в конце ворот на профильной трубе закреплены металлические уголки, которые нажимают на рычаги датчиков начала и конца ворот (**рис. 6**). На расстоянии 30 см от уголков крайних положений ворот установлены ещё две пластины треугольного профиля (**рис. 7**) для срабатывания датчика доводчика, по которым автоматика определяет, что надо уменьшить обороты электродвигателя для более плавного закрытия ворот (режим довода ворот на малой скорости до срабатывания датчиков крайних положений ворот).

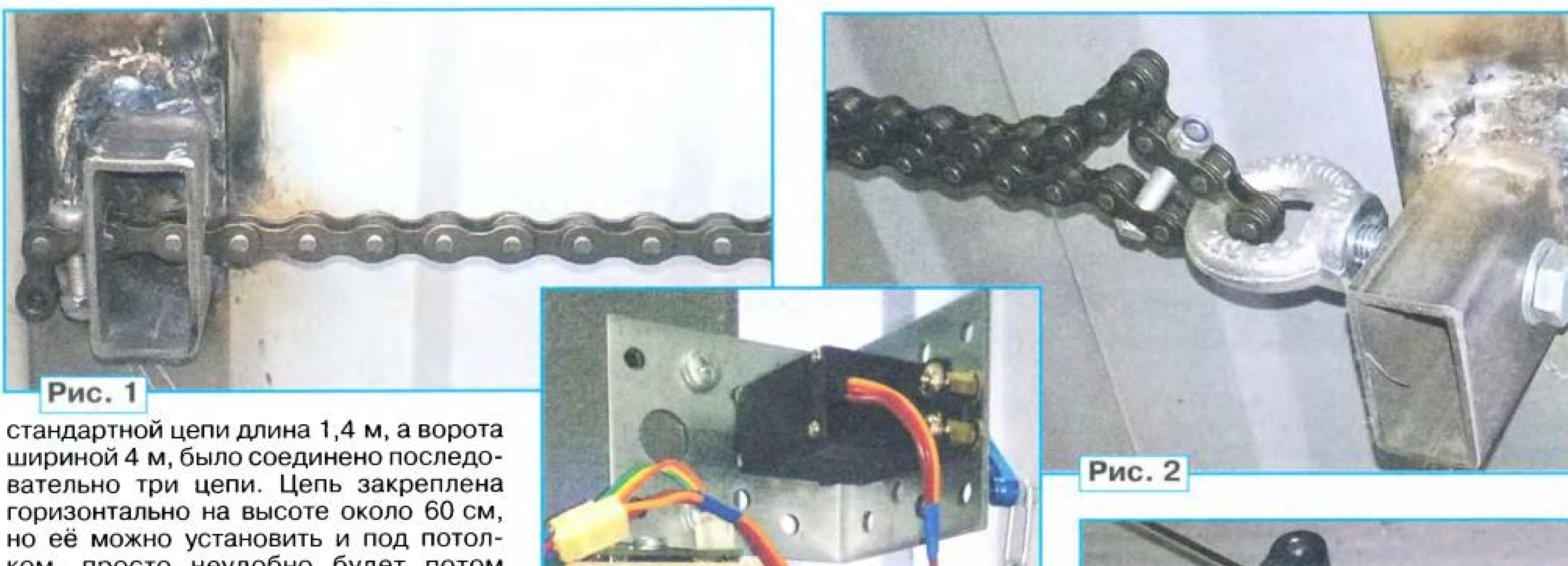


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3



Рис. 4

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2021

РАДИО®

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 5

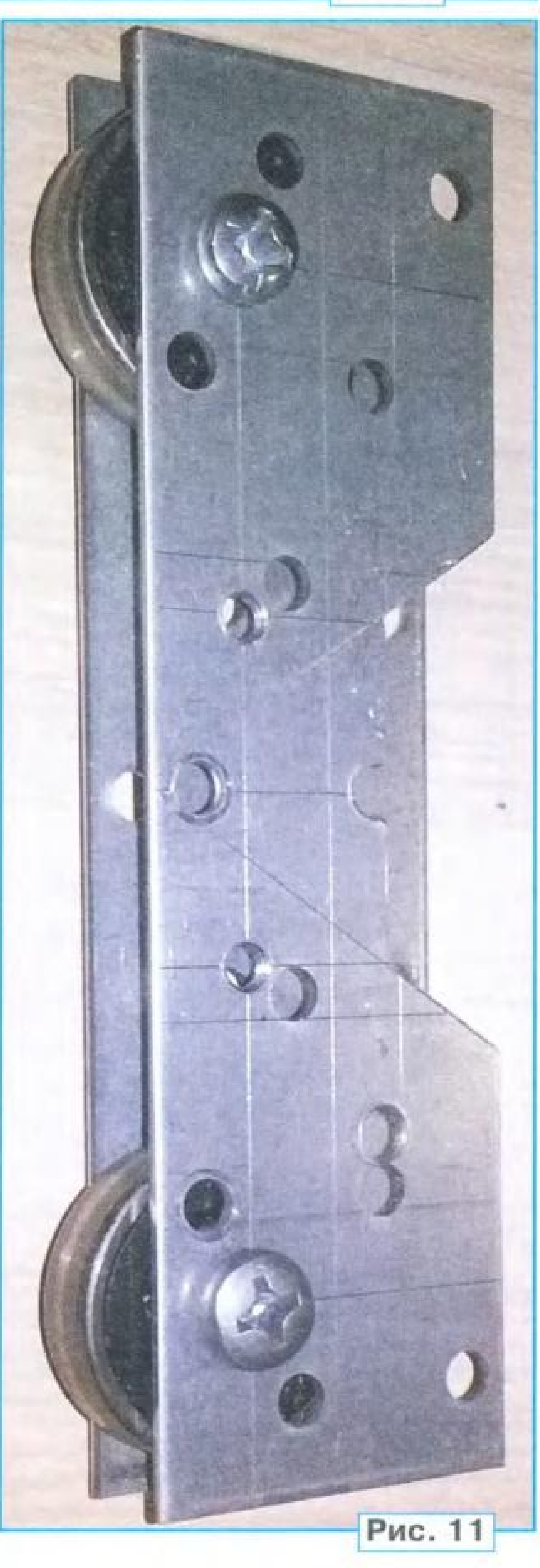

Рис. 8


Рис. 6


Рис. 7


Рис. 9

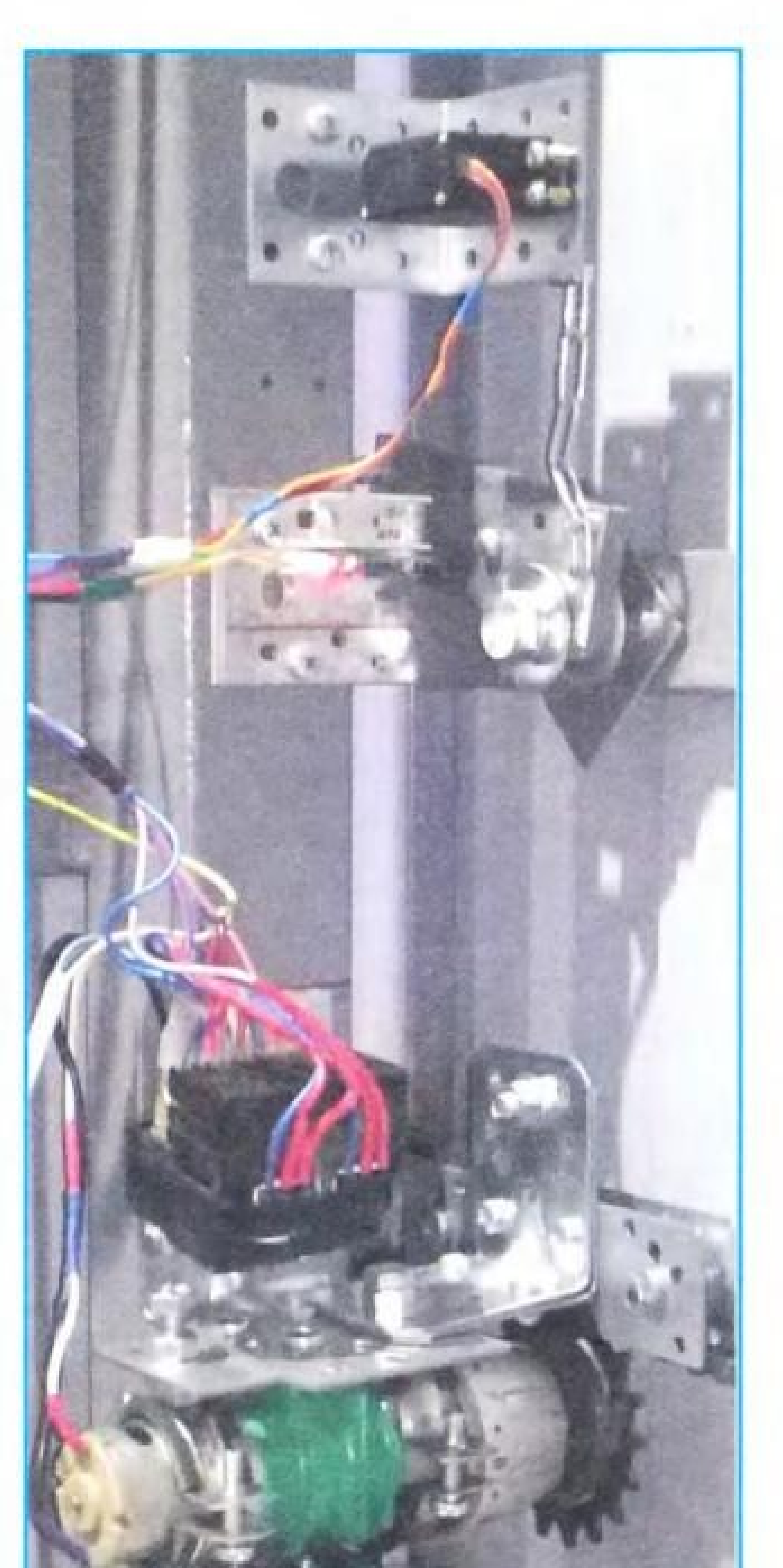

Рис. 10


Рис. 11



Для электропривода ворот применён старый шуруповёрт (**рис. 8**) с напряжением питания 12 В, желательно двухскоростной, с закреплённой на нём доработанной велосипедной звёздочкой (**рис. 9**, **рис. 10**). Переключатель оборотов шуруповёрта установлен на малые обороты и зафиксирован, в моём случае изоляционной лентой. На корпусе редуктора и электродвигателя закреплены металлические хомуты для сантехнических труб с гайками М8, к этим гайкам прикручены металлические уголки, которые крепятся к вертикальной стойке боковой стены. Для того чтобы цепь не перескакивала через зубья звёздочки под нагрузкой, сделана ограничивающая планка (**рис. 11**) из металлических пластин размерами 140×40 мм с роликами из подшипников 6201-2RS, можно применить любые подходящего размера, которые прижимают велосипедную цепь к звёздочке. Внешний вид смонтированного электропривода и замка показан на **рис. 12**.

Закончив с механической частью, переходим к электронной. Начнём с пульта дистанционного управления, схема которого показана на **рис. 13**. Для уменьшения его размеров применён модуль Arduino RF Nano, в котором на плату Arduino Nano встроен приёмопередатчик на микросхеме NRF24L01, который работает на частоте 2,4 ГГц. Можно применить отдельно плату Arduino Nano и модуль NRF24L01, но тогда для пульта, возможно, придётся применить корпус большего размера, на программу управления передатчиком такая замена не влияет. Выходная


Рис. 12

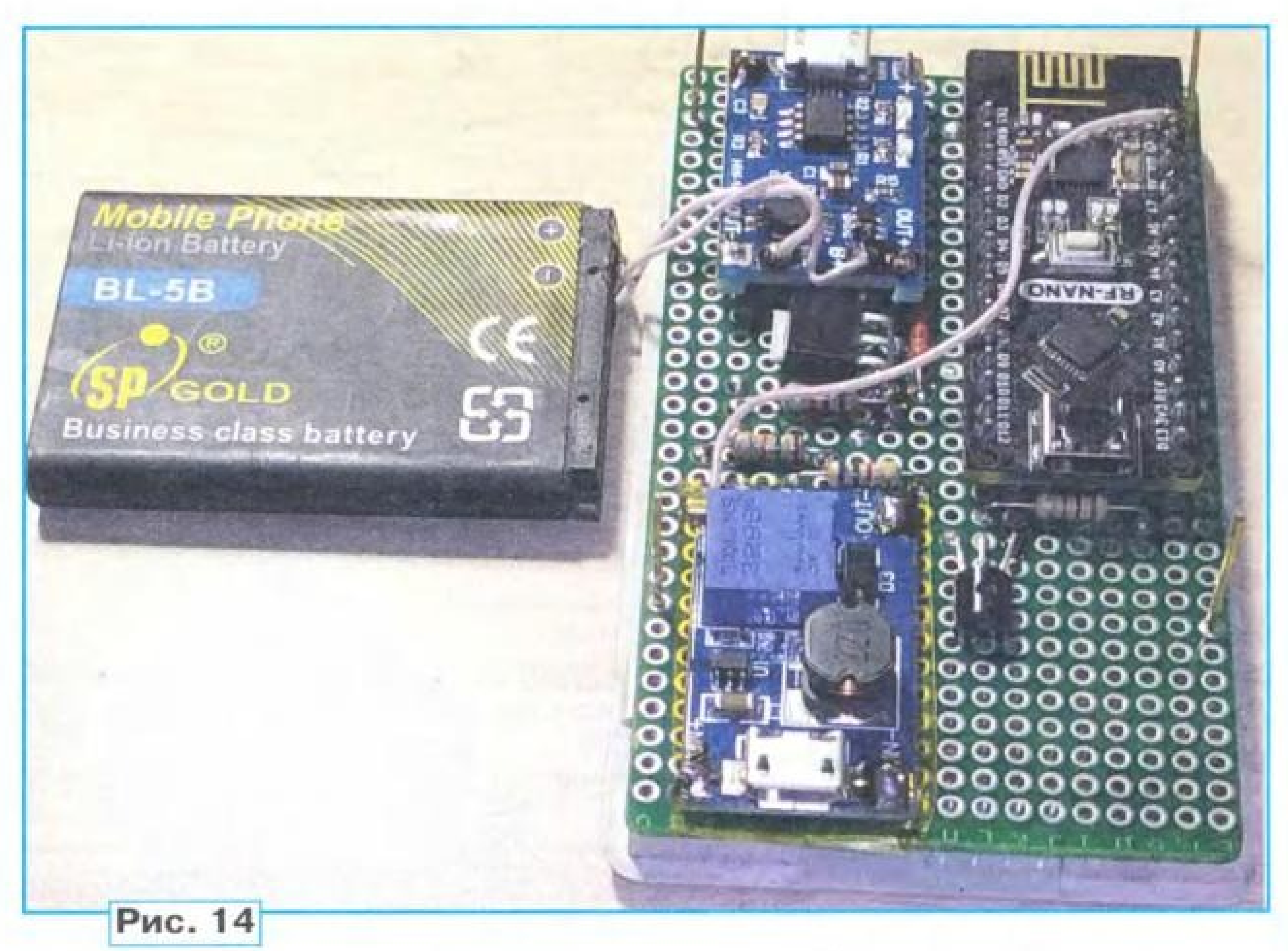


Рис. 14

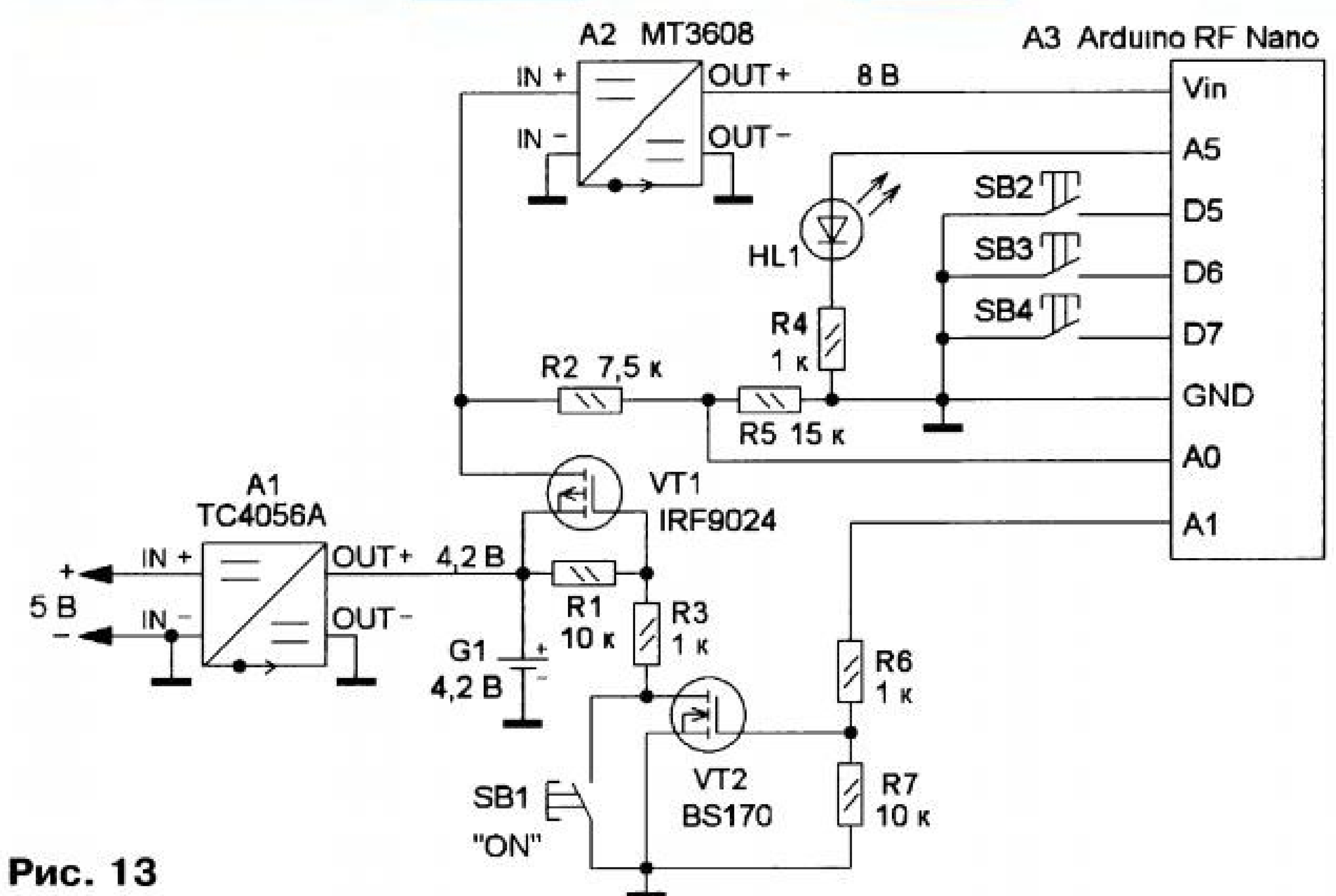
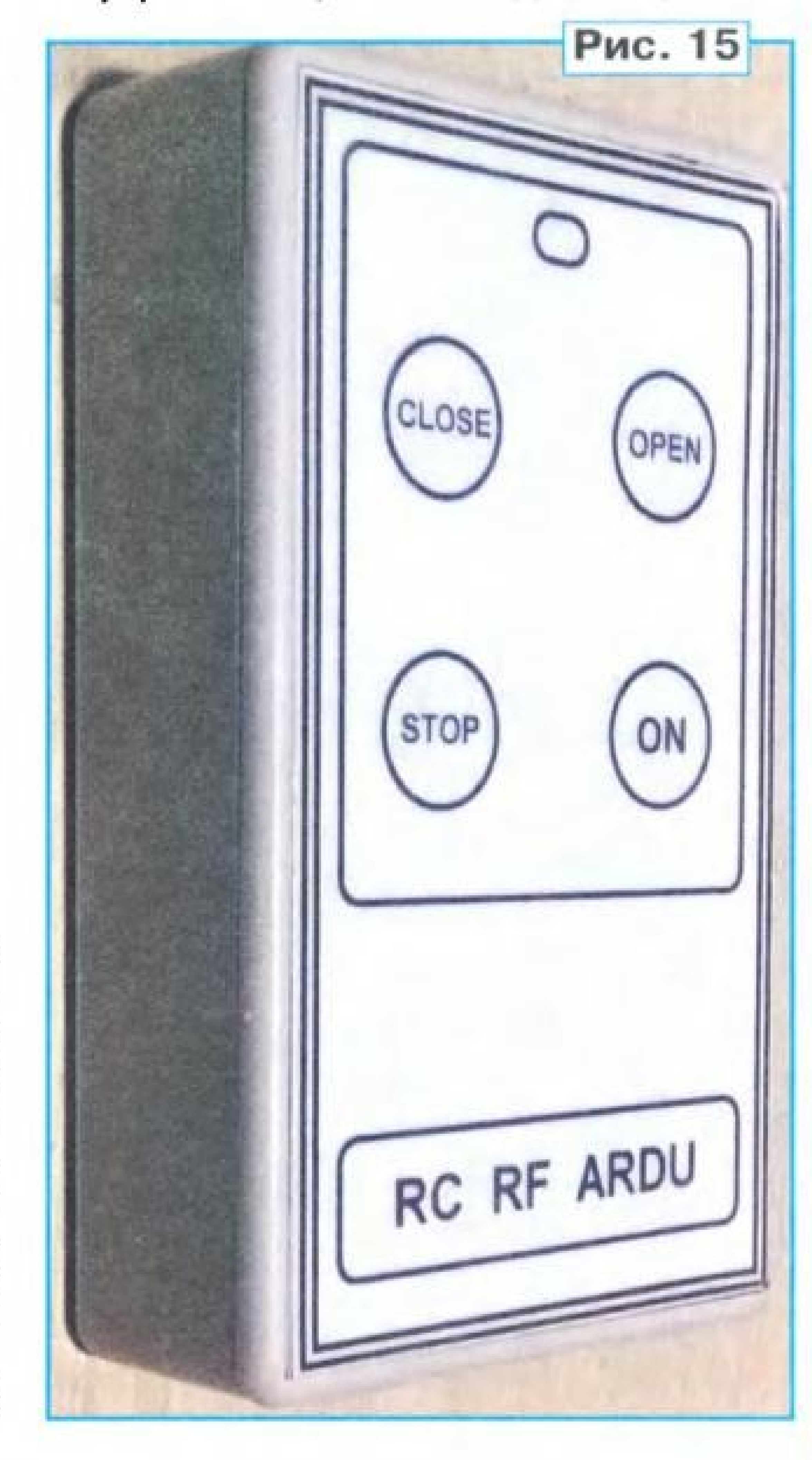


Рис. 13

мощность передатчика установлена на максимум, приёмник уверенно принимает сигнал на расстоянии до 50 м. Управление реализовано на четырёх кнопках. Включается пульт кнопкой SB1, которая через резистор R3 открывает транзистор VT1 с подачей питания на плату управления. Модуль A3 высоким уровнем напряжения на выводе A1 открывает транзистор VT2, который блокирует кнопку SB1, обеспечивая работу передатчика на заданное время — около 20 с, после чего микроконтроллер автоматически выключает питание пульта управления. Но если была нажата одна из кнопок управления, время отключения продлевается ещё на 20 с. При включении питания загорается светодиод HL1, который мигает при нажатии на любую из кнопок управления. По командам от кнопок SB2 ("Закрыть"), SB3 ("Открыть") и SB4 ("Стоп") микроконтроллер модуля A3 по внутренней шине SPI передаёт соответствующие команды на микросхему-передатчик NRF24L01. Также микроконтроллер этого модуля контролирует напряжение аккумулятора и при его снижении до 3,2 В включает—выключает светодиод HL1 с периодом 1 с. Заряжается аккумулятор через модуль A1 через разъём USB-micro, расположенный на плате этого модуля. Модуль A2, повышающий напряжение аккумулятора до 8 В, обеспечивает стабильную работу модуля A3. При снижении напряжения питания до 3,5 В модуль Arduino RF Nano отказывался работать. Собран пульт управления на макетной плате размерами 81×46 мм (**рис. 14**), монтаж проведён проводом МГТФ-0,12. Плата размещена в корпусе размерами 85×50×20 мм (**рис. 15**), приобретённом в Интернете. Аккумулятор может быть любой Li-Ion подходящих размеров.

"Мозгом" блока управления приводом ворот (**рис. 16**) является модуль Arduino Nano и несколько модулей ему в помощь. Управление производится с помощью кнопок, установленных в блоке управления, а также с дистанционно-

Рис. 15


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 16

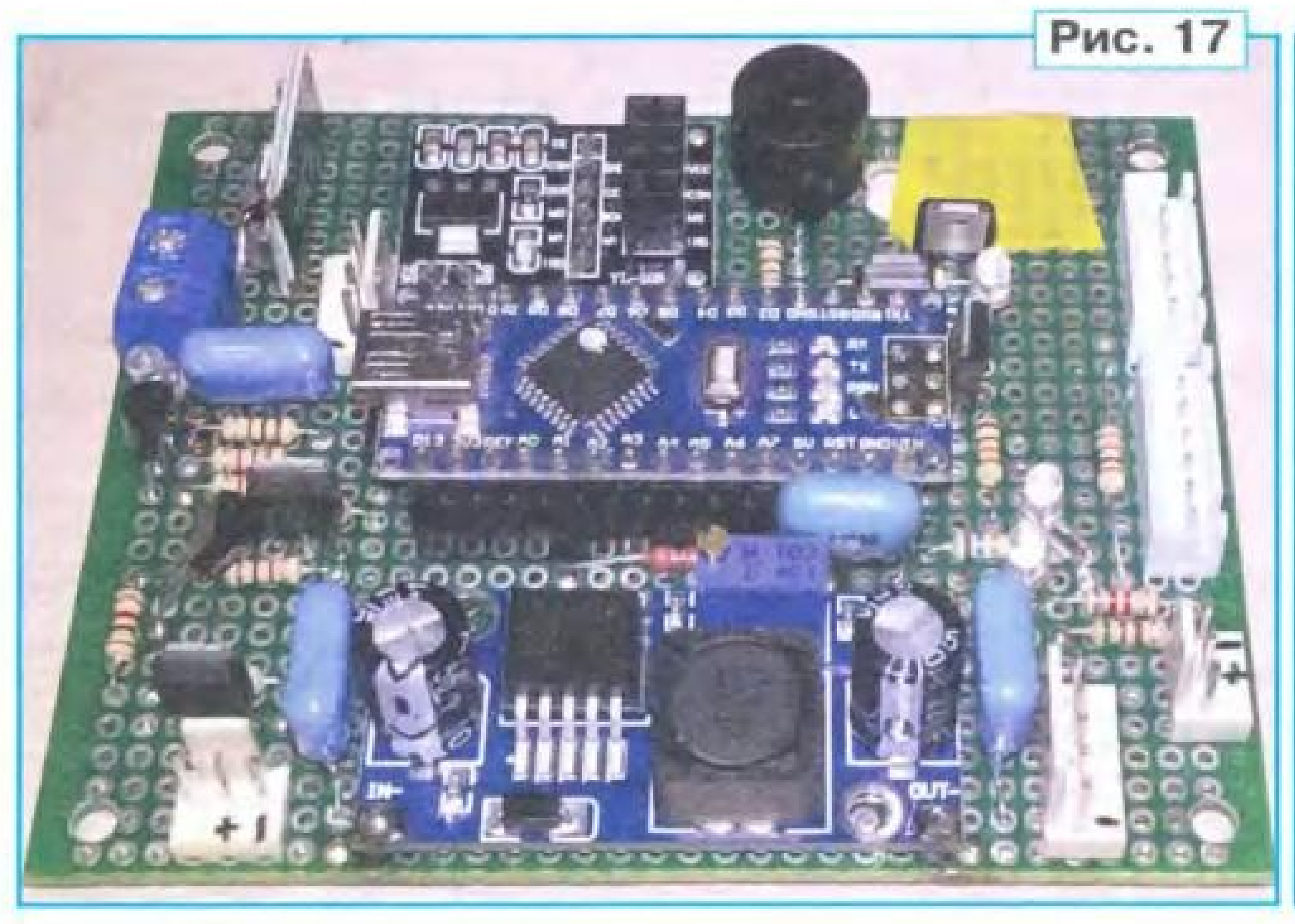


Рис. 17

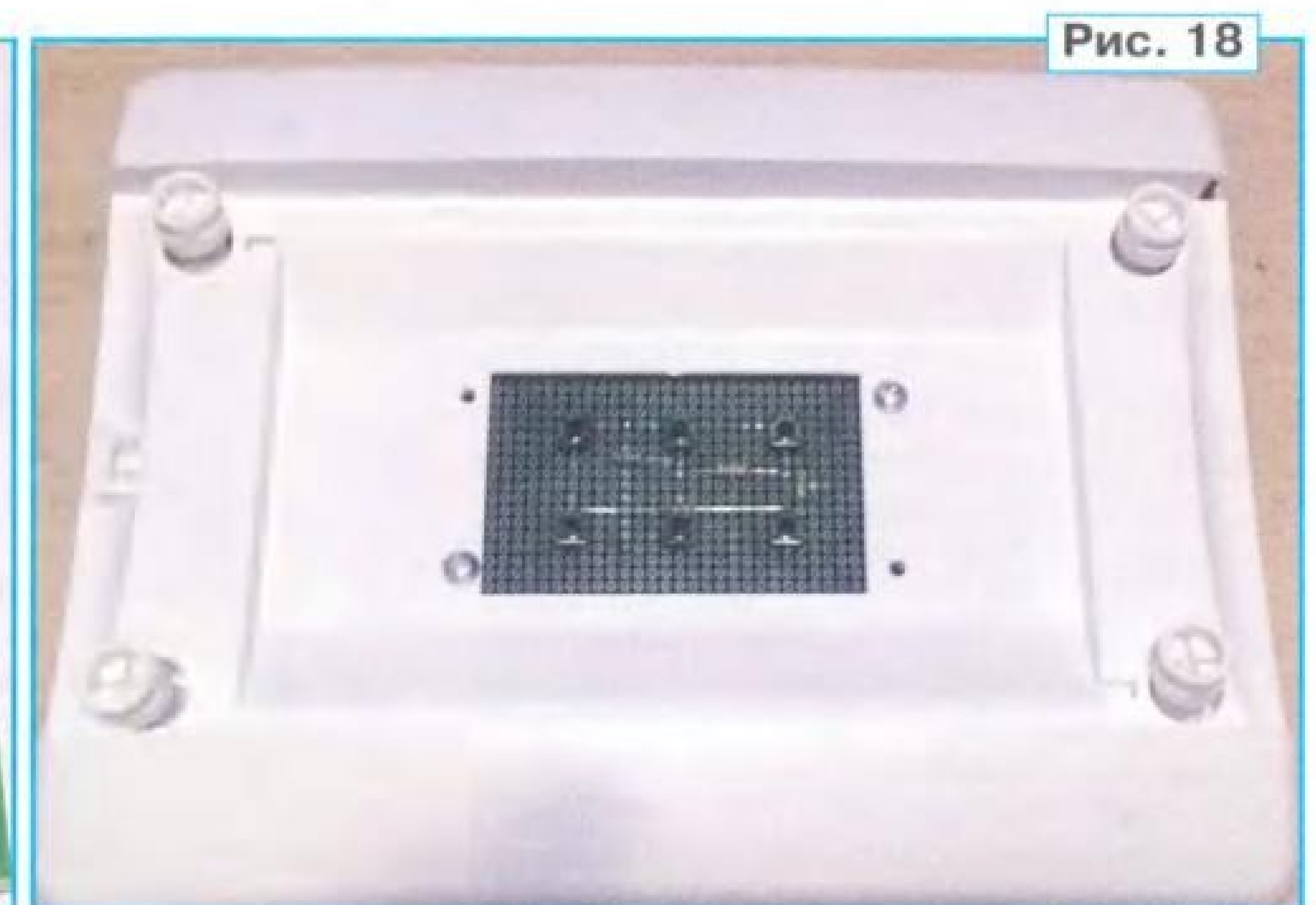
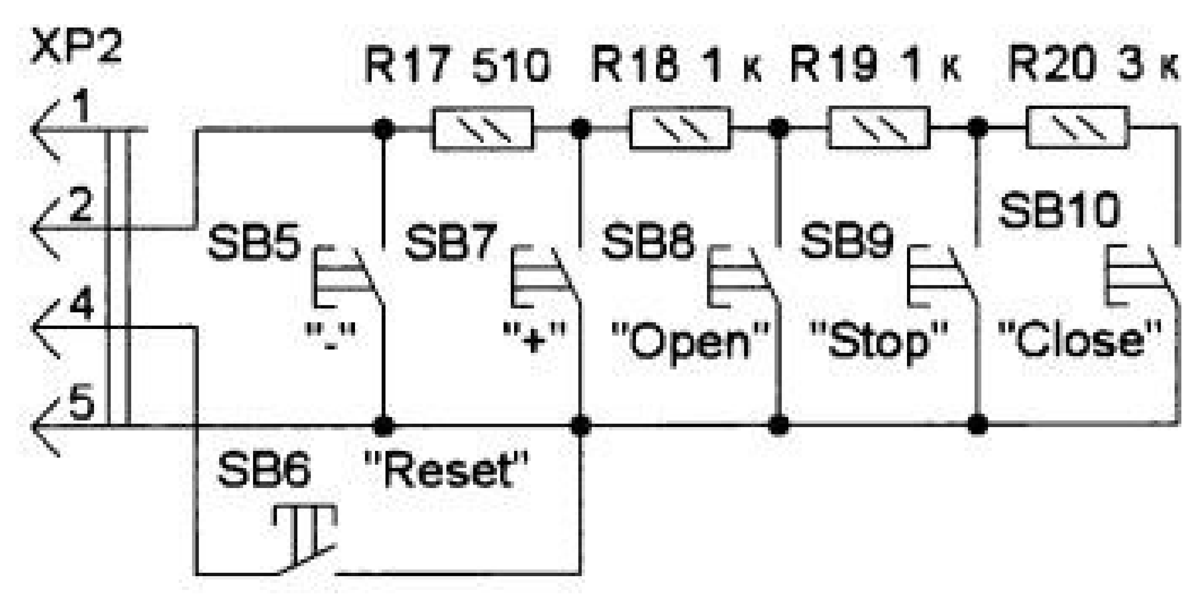
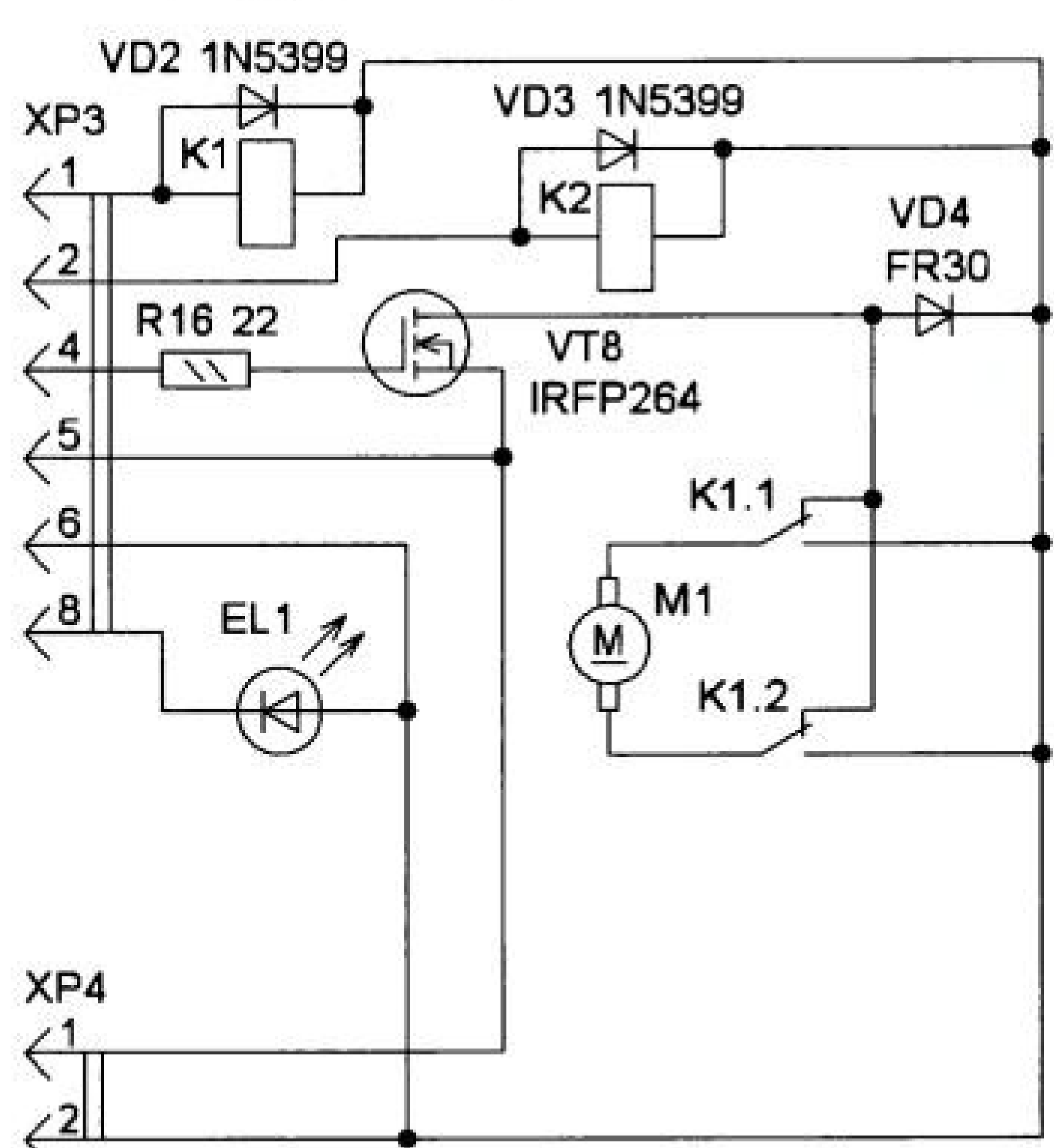
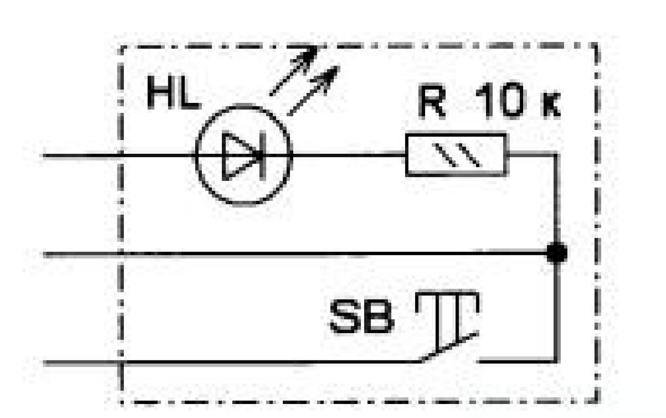


Рис. 18







го пульта по радиоканалу на частоте 2,4 ГГц. При отсутствии или неисправности блока радиоканала NRF24L01 функция управления по радиоканалу исключается, и управление осуществляется только с помощью кнопок. Для быстрого отклика на команду передатчика программа зациклена только на работу с приёмником, и при получении команды управления от передатчика программа выходит из этого цикла и выполняет полученную команду и снова зацикливается до получения следующей команды. Кроме автоматического режима открытия и закрытия ворот, реализован ручной режим управления воротами тремя кнопками: SB8 — Open ("Открыть"), SB9 — Stop ("Стоп") и SB10 — Close ("Закрыть"), а также режим плавного довода ворот. При включении режима Open или Close автоматика плавно увеличивает скорость движения ворот до заданного значения и в конце по сигналу с датчика доводчика плавно уменьшает скорость движения ворот до срабатывания датчика крайнего положения. Скорость открывания/закрывания ворот можно уменьшать или увеличивать с помощью кнопок SB5 "–" и SB7 "+" соответственно и сохранить в EEPROM МК, нажав на кнопку Stop. Также скорость можно изменить после трёхкратного нажатия на кнопку Stop, при этом загорается светодиод HL1, сигнализирующий, что теперь кнопками SB5 "–" и SB7 "+" можно изменять скорость доводчика и сохранять эти изменения, нажав на кнопку Stop, после чего светодиод выключается.

При срабатывании датчика открытия ворот начинает мигать светодиодный фонарь EL1 с периодом 1 с. Фонарь устанавливают на улице для индикации открытия ворот. Для управления скоростью вращения электродвигателя применён режим ШИМ (широтно-импульсной модуляции). С вывода микроконтроллера D3 ШИ-сигнал поступает на транзистор VT6, затем на транзистор VT8, которые усиливают его по мощности. Любое нажатие на кнопки или изменение режима работы сопровождается акустическим сигналом излучателя HA1, причём срабатывание концевых датчиков — три раза, остальные режимы — один раз.

Также на плате с кнопками присутствует кнопка Reset для перегрузки микроконтроллера. В случае зависания программы сторожевой таймер (WDT) автоматически перегрузит микроконтроллер. Размеры платы блока управления — 90×70 мм (**рис. 17**), платы с кнопками — 90×45 мм (**рис. 18**). Использованы монтажная плата и проводной монтаж (провод МГТФ-0,12). Вся электроника блока управления смонтирована в электромонтажной коробке на восемь автоматов (**рис. 19**). Для подключения датчиков и электродвигателя можно применить любые подходящие разъёмы, обеспечивающие потребляемый узлами ток (**рис. 20**). Транзистор VT8 установлен на теплоотводе рядом с электродвигателем. SB1—SB4 — это контакты датчиков положения двери, о них было сказано выше. При необходимости датчики можно снабдить светодиодами, для этого их надо собрать по схеме, показанной на рис. 16 справа внизу.

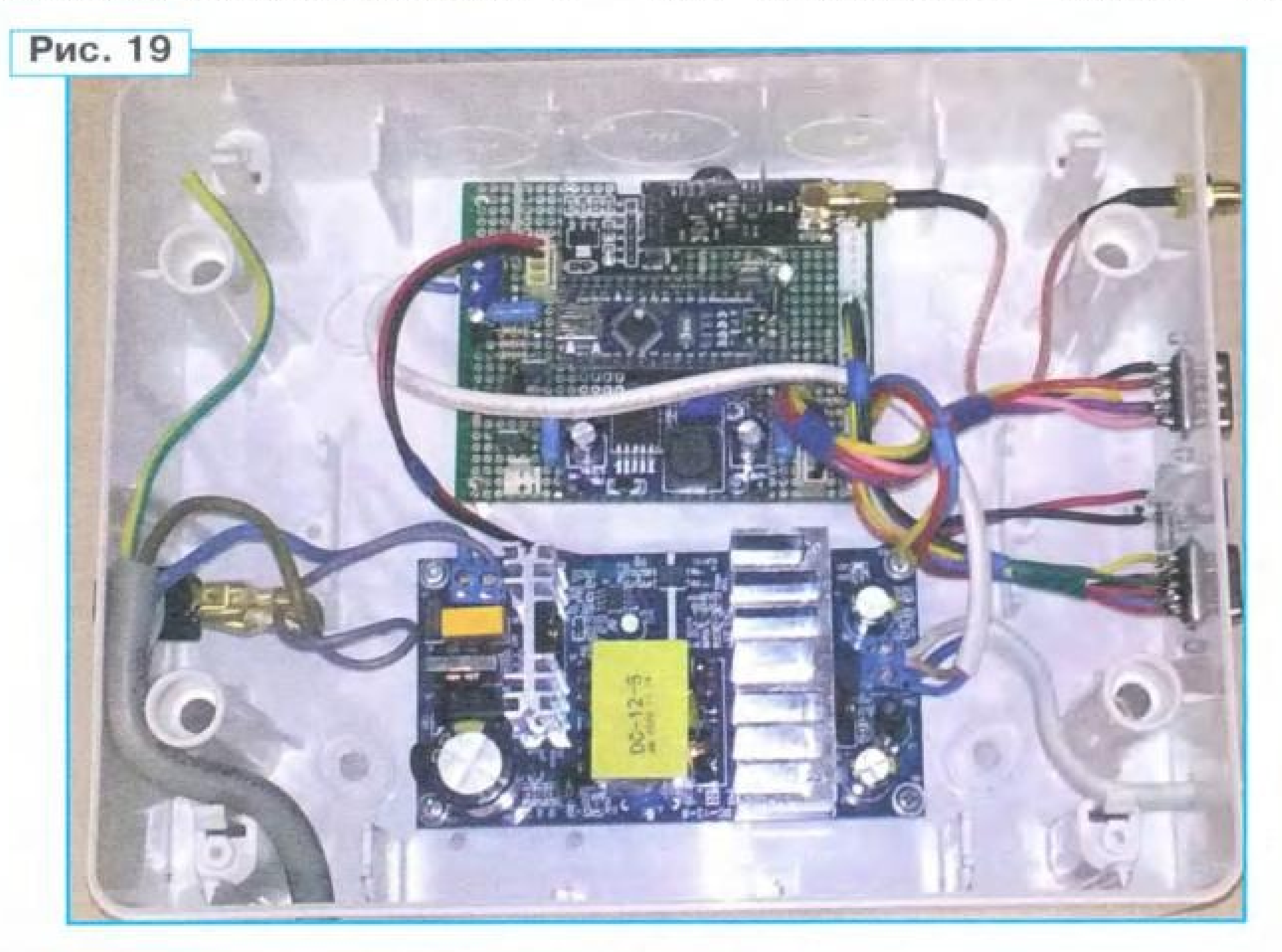

Рис. 19


Рис. 20

Поскольку для питания модуля A1 NRF24L01 требуется 3,3 В, а Arduino Nano от своего встроенного стабилизатора напряжения 3,3 В не может обеспечить его стабильную работу, модуль NRF24L01 запитан через модуль A4 Shield YL-105, в котором находится понижающий стабилизатор напряжения на 3,3 В. Для питания сервомашинки применён отдельный понижающий преобразователь напряжения A3 (LM2596 DC-DC HW-411), поскольку стабилизатору напряжения модуля Arduino Nano не хватает мощности для работы сервомашинки. Питание на неё подаётся через ключ на транзисторе VT1, включаемый транзистором VT2 по команде с выхода A2 модуля A6. Модуль A2 — понижающий импульсный блок питания с выходным напряжением 12 В и током нагрузки до 8 А.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Модуль Arduino Nano управляет приёмником и принимает от него три команды управления по последовательной шине SPI. По командам управления и по состоянию четырёх датчиков контроля этот модуль управляет выходными устройствами, приводом ворот и центральным замком.

Поскольку с начала разработки не было полного представления, что может понадобиться для реализации проекта, было решено собирать всё на макетных платах, чтобы по мере возникновения проблем их можно было бы устранять добавлением новых модулей или их заменой. В результате всё с трудом разместилось на плате с первоначального выбранными размерами. Можно применить постоянные резисторы МЛТ, оксидные конденсаторы — К50-35, неполярные — плёночные К73-17 или аналоги иностранного производства. Полевые транзисторы можно заменить любыми, лишь бы подходили по мощности. Реле K1 и K2 — с номинальным напряжением обмотки 12 В, тип 75.3777 (от "Жигулей") или аналогичные. Следует отметить, что механические датчики положения ворот несложно заменить ИК-датчиками приближения, доработки схемы управления при этом не потребуется. Однако практика показала, что в холодное время года ИК-датчики могут работать неустойчиво.

Передатчик в настройке не нуждается, а в приводе ворот настраивают датчики крайних положений ворот и доводчика на срабатывание. При первом включении данные скорости движения ворот и доводчика автоматически записываются в EEPROM микроконтроллера, если там уже были внесены какие-то данные, для записи значений скорости движения ворот и доводчика в EEPROM модуля Arduino Nano надо внести изменения в скетче в функции SETUP после строки EEPROM_Read(); разблокировать строку Limit_PWM[1] = 255; и после программирования и запуска программы заблокировать эту строку и снова прошить Arduino Nano, или с помощью кнопок в блоке управления отрегулировать скорость вращения мотора, если с EEPROM читается код 255, мотор вращаться не будет. Антенна приёмника вынесена с помощью удлинителя (ВЧ коаксиального кабеля) длиной 2 м за пределы металлической конструкции гаража. Все библиотеки, которые применены в программах, можно загрузить с сайта GitHub.

От редакции. *Скетчи и некоторые вспомогательные файлы находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/Door.zip****, видеофайлы, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/Video.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Доработка устройства дистанционного управления

А. МЕЛЬНИКОВ*, г. Барнаул*

В процессе полуторагодичной эксплуатации устройство дистанционного управления с кодовым доступом, описанное в [1], зарекомендовало себя с лучшей стороны. Однако были выявлены два недостатка, осложняющих работу с ним.

Первый недостаток заключается в том, что приём кода с мобильного телефона иногда происходит неверно — одна из цифр кода "проскакивает" на вход устройства дважды, в результате чего оно переходит в режим блокировки. Виновно в этом не само устройство, а сети мобильной связи и, отчасти, мобильные телефоны, с помощью которых осуществляется управление, так как при вводе кода со стационарного пульта-телефона, подключённого к устройству, ошибок в приёме кода не наблюдается. Так как повлиять на качество передачи DTMF-сигнала по сети мобильной связи не представляется возможным, наиболее простым решением этой проблемы является изменение алгоритма работы счётчика ошибок таким образом, чтобы режим блокировки устройства включался не после четвёртой, а после шестой введённой цифры кода. В этом случае при ошибке в приёме кода имеется возможность произвести сброс устройства нажатием на кнопку "#" и ввести код заново.

Второй недостаток связан с неоправданным усложнением процесса управления некоторыми нагрузками. Если, например, для постановки объекта на сигнализацию и снятия с неё ввод четырёхзначного кода вполне оправдан, то управление другими, менее "серьёзными" устройствами с помощью длинного кода создаёт лишь неудобства. Для решения этой проблемы в устройство целесообразно ввести дополнительные транзисторные ключи, управление которыми осуществляется непосредственно от дешифраторов DD4 и DD5 (см. рис. 1 в [1]), а для минимизации вероятности ошибки управления включение транзисторных ключей можно сделать зависимым от нажатия на какую-либо кнопку.

Для реализации описанных выше доработок был разработан дополнительный модуль, схема которого приведена на **рис. 1**. Для изменения логики работы счётчика ошибок служат элементы DD1.2 и DD1.3. Когда выключатель SA1 разомкнут, счётчик ошибок работает как обычно, блокируя устройство после введения четырёх цифр кода в том случае, если хотя бы одна из них неверна. При этом элементы DD1.2, DD1.3 выполняют роль повторителя сигнала, приходящего с контакта XT4 на контакт XT10. Если выключатель SA1 замкнут, вывод 9 элемента DD1.2 соединяется с выходом Q2 (вывод 12) счётчика ошибок DD2.2, поэтому высокий логический уровень на контакте XT10 появится лишь тогда, когда на выходах Q2 и Q3 счётчика DD2.2 будет высокий логический уровень, что соответствует цифре 6.

Транзисторы VT2—VT4 совместно с конденсаторами C3—C5, задерживающими переключение транзисторов, образуют ключи, управляющие нагрузками. Входы ключей (контакты XT7—XT9) подключают к контактам наборного поля устройства, соответствующим выбранным для управления ключами цифрам. Режим работы транзисторных ключей определяется положением выключателей SA2—SA4. Когда выключатели разомкнуты, ключи работают в независимом режиме, т. е. включаются при нажатии на соответствующие кнопки стационарного или мобильного телефона. Когда любой из выключателей замкнут, работа этого транзисторного ключа становится зависимой от логического уровня на входе разрешения.

Если на входе разрешения (контакте XT5) установлен низкий уровень напряжения, конденсатор C6 заряжен и на выходе элемента DD1.4 присутствует низкий логический уровень, поэтому транзисторные ключи оказываются закрытыми вне зависимости от напряжения на их входах. При появлении на входе разрешения высокого логического уровня конденсатор C6 быстро разряжается через диод VD2 и резистор R12, ограничивающий разрядный ток, и на выходе элемента DD1.4 появляется высокий уровень напряжения, закрывающий диоды VD3—VD5 и разрешающий работу транзисторных ключей.

Время, в течение которого работа ключей разблокирована после исчезновения высокого логического уровня на контакте XT5, зависит от длительности зарядки конденсатора C6 через резисторы R7 и R11. Контакт XT5 соединяют с одним из контактов наборного поля, соответствующим цифре, выбранной для разблокирования работы ключей. Дополнительный инверсный вход разрешения (контакт XT6) позволяет разблокировать работу транзисторных ключей сигналом низкого логического уровня, например, с выхода "*" устройства. Транзистор VT1 открывается при появлении сигнала разрешения и остаётся открытым до конца зарядки конденсатора C6.

Рис. 1

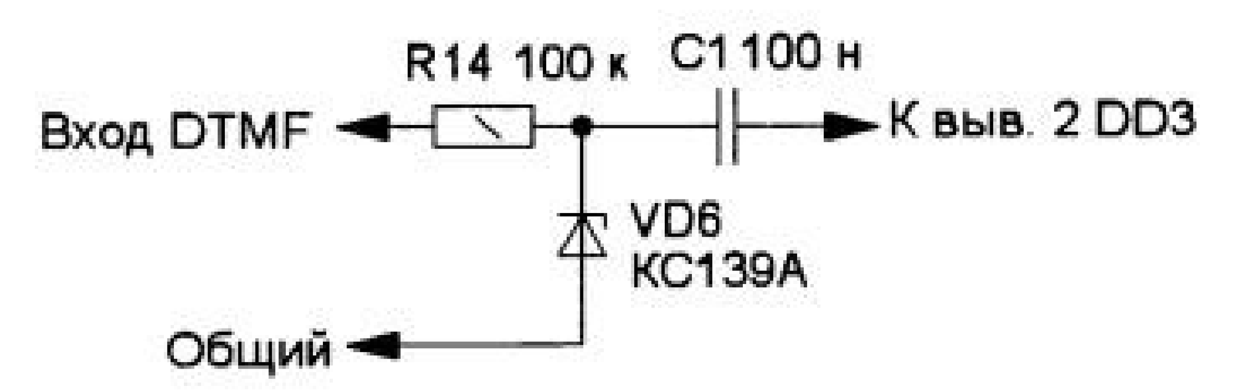
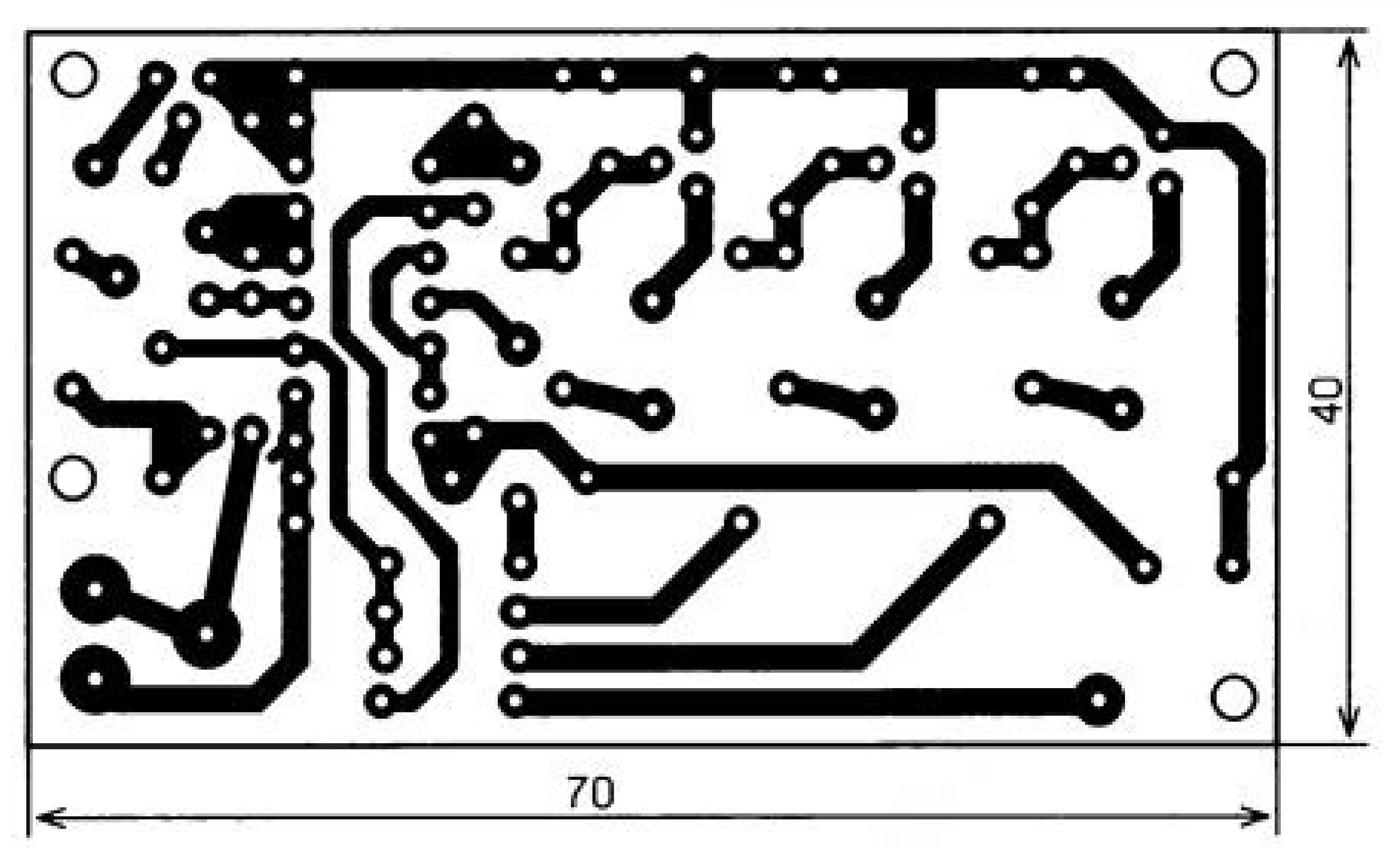


Рис. 2

В устройство также добавлен третий вход DTMF-сигнала, схема которого приведена на **рис. 2**, и особых пояснений не требует. Дополнительный вход позволяет управлять устройством не только с помощью отдельного стационарного пульта-телефона, но и с помощью одного из телефонов, подключённых к устройству [2] (для этого дополнительный вход DTMF-сигнала соединяют с контактом А или Б этого устройства).

Детали дополнительного модуля размещены на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**, а внешний вид смонтированной платы — на **рис. 4**. Конденсатор С6 устанавливают над микросхемой DD1. Элементы дополнительного входа DTMF-сигнала (см. рис. 2) смонтированы навесным монтажом непосредственно на основной плате устройства дистанционного управления.

Требования к деталям дополнительного модуля такие же, как и для самого



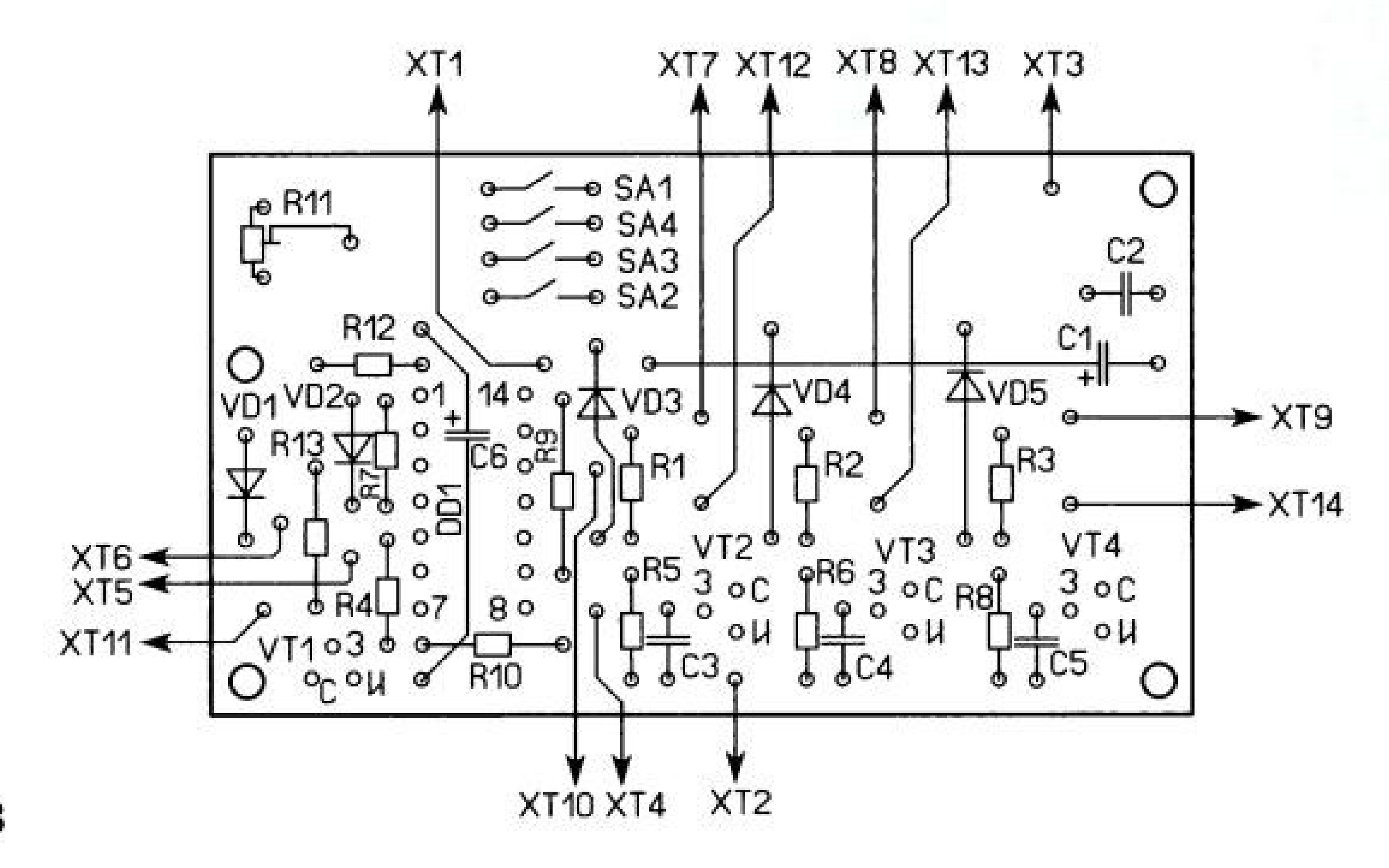


Рис. 3

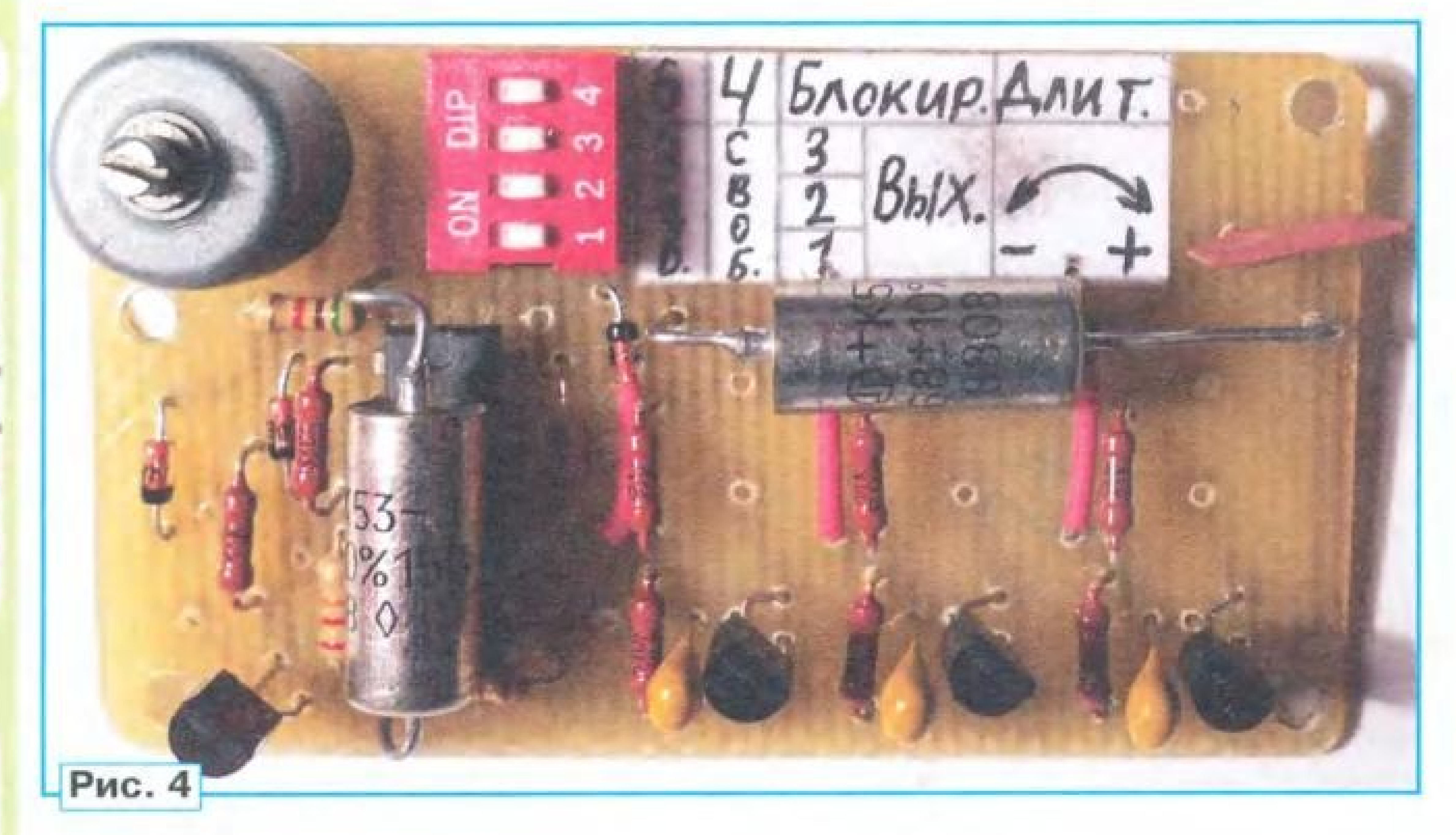


Рис. 4

устройства. Подстроечный резистор — СП4-1, конденсаторы С1, С6 — танталовые К53-1 или другие, имеющие выводы по оси корпуса, блок выключателей SA1—SA4 — в корпусе DIP-8. Микросхему CD4093BE можно заменить отечественной микросхемой К561ТЛ1 или использовать микросхему К561ЛА7.

Собранный правильно и из исправных деталей модуль начинает работать сразу. Налаживание сводится к установке нужной длительности сигнала разрешения работы транзисторных ключей путём подбора сопротивления резистора R7 (минимальная длительность) и, при необходимости, сопротивления подстроечного резистора (максимальная длительность). При указанных на схеме номиналах элементов минимальная выдержка равна 15 с, а максимальная — 45 с. Для изменения длительности выдержки также можно подобрать ёмкость конденсатора С6, а если в плавном изменении выдержки нет необходимости, вместо подстроечного резистора следует установить перемычку.

Описанный кодовый модуль позволяет осуществлять различные способы управления дополнительными транзисторными ключами и их комбинации. Например, у автора контакты ХТ5, ХТ7—ХТ9 модуля соединены соответственно с контактами 8, 1, 3, 5 наборного поля, выключатели SA2, SA3 замкнуты, а SA4 разомкнут. При таком подключении нажатие на кнопку "5" в любом из режимов работы устройства приводит к открыванию транзистора VT4, управляющего дистанционным термометром [3]. При нажатии на кнопку "8" открывается транзистор VT1, в цепь стока которого включено реле, управляющее светильником, расположенным у калитки, ведущей на дачный участок, который по истечении заданной выдержки отключается автоматически.

Нажатие на кнопку "8" также разрешает открывание транзисторов VT2, VT3 при нажатии на кнопки "1" и "3". Транзистор VT2 управляет устройством [4], которое, в свою очередь, позволяет включать и отключать устройство [5], а к стоку транзистора VT3 через диоды 1N4148 подключены нижние по схеме (рис. 4 в [4]) выводы реле K1 и K2. При нажатии на кнопку "3" оба реле одновременно срабатывают, что позволяет отключить освещение на участке в том случае, если с помощью устройства [5] была включена лишь одна из групп осветительных ламп (нажатие на кнопку "1" в этом случае не позволило бы полностью отключить освещение, так как после срабатывания устройства [4] включённая группа ламп оказалась бы выключенной, а выключенная— включённой). При необходимости назначение управляющих кнопок и алгоритм работы устройства можно в любой момент изменить путём подключения входов дополнительного модуля к другим контактам наборного поля и изменением положения выключателей SA2—SA4.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мельников А.** Устройство дистанционного управления с кодовым доступом. — Радио, 2019, № 7, с. 37—44.

2. **Мельников А.** Переговорное устройство — из телефонных аппаратов. — Радио, 2018, № 4, с. 40—44.

3. **Мельников А.** Дистанционный термометр с речевым оповещением. — Радио, 2019, № 12, с. 32—36.

4. **Мельников А.** Ждущие генераторы импульсной последовательности, тактируемые мигающим светодиодом. — Радио, 2020, № 1, с. 16—18.

5. **Мельников А.** Устройство управления освещением. — Радио, 2019, № 3, с. 33—37.

От редакции. *По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/dorab.zip** имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.*

Регулятор мощности паяльника 36 В на МК AT90S1200

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

Однажды, при наведении порядка, мне попались в руки "древние" микроконтроллеры (МК) AT90S1200. Выбрасывать полностью исправные элементы было жалко, и поэтому было задумано сделать устройство регулирования мощности для своего паяльника на 36 В, эксплуатируемого в ремонтной мастерской. Попытка написать тестовую программу на BASCOM не удалась. Программа AlgorithmBuilder через рекомендуемый внутрисхемный программатор тоже не увидела кристалл. Тогда я откопал "древний" программатор NM9211, работающий из-под DOS. И дело пошло! Программа сначала была написана и отлажена в симуляторе на ассемблере Algorithm Builder-а, а затем записана в МК и доводилась в "железе".

Кратко о МК AT90S1200 [1, 2]. Этот восьмиразрядный микроконтроллер появился в 1997 г. Он относится к первой модели устаревшего семейства "классических" Classic AVR контроллеров фирмы Atmel. Обладая ограниченным объёмом памяти в 1 кб, МК способен решать многие задачи. Отличие от последующих версий (ATtiny2313) — отсутствие встроенного источника тактового сигнала (нужен кварцевый резонатор), настроечных битов fuse-bits, статического ОЗУ, всего один таймер-счётчик и аппаратный трёхуровневый стек. Зато "на борту", как и у его "потомков", имеются 32 рабочих регистра, два порта ввода—вывода, аналоговый компаратор, энергонезависимая память EEPROM и восьмиразрядный таймер-счётчик Т0. Поэтому в конструкции можно использовать не только "антиквариат" AT90S1200, но и его современный аналог — ATtiny2313, без изменения электрической схемы, исключив за ненадобностью только кварцевый резонатор. Программу (прошивку) в этом случае надо будет немного адаптировать под новый МК.

Схема регулятора показана на **рис. 1**. Он работает по принципу широтно-импульсного управления. Регу-

лятор имеет шесть ступеней мощности — 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % и 100 %. Число полупериодов переменного напряжения, поступающего на паяльник, соответствует процентам мощности (50 % — это 50 полупериодов, 90 % — 90 полупериодов, для 100 % — транзистор VT2 постоянно открыт). Режим работы отображается на семиэлементном одноразрядном индикаторе цифрами 5, 6, 7, 8, 9 и буквой Н, соответственно. Для управления регулятором использована всего одна кнопка SB1. После подачи питающего напряжения включается дежурный режим и на индикатор HG1 выводится знак "–", соответствующий этому режиму. Однократное нажатие на кнопку включает паяльник. При этом включается режим форсированного разогрева и на индикаторе появляется символ "F". При первом включении регулятор подаёт максимальную мощность на паяльник в течение определённого времени (по умолчанию 210 с). Это нужно для быстрого разогрева паяльника до рабочей температуры. После окончания форсированного режима регулятор переводит паяльник в рабочий режим с той ступенью мощности, которая была установлена в предыдущем сеансе работы. Последующие нажатия на кнопку последовательно по кольцу переключают ступени мощности от 50 до 100 %. Установленная ступень мощности записывается в энергонезависимую память (EEPROM) МК паяльника, поэтому нет необходимости каждый раз её выбирать при повторном включении. Принудительно выйти из режима форсированного разогрева можно повторным нажатием на кнопку SB1. Все переключения сопровождаются звуковыми сигналами акустического излучателя.

Для выключения паяльника достаточно длительного нажатия на кнопку SB1 (по умолчанию 2 с). В режиме форсированного разогрева выключить паяльник невозможно, для выключения надо перевести регулятор в рабочий режим. Если повторное включение паяльника происходит за время, меньшее для его остывания (по умолчанию 4 мин), режима форсированного разогрева при включении не будет, и регулятор выйдет сразу на установленную ступень мощности. Если время остывания превышено, включится режим форсированного разогрева. Кроме того, предусмотрено автоматическое выключение паяльника, которое произойдёт через 45 мин (установлено в программе по умолчанию). Эта функция полезна, когда паяльник забыли выключить. Автовыключение паяльника сопровождается предварительно звуковым сигналом акустического излучателя HA1.

Регулятор обеспечивает коммутацию в момент перехода переменного напряжения через ноль, что уменьшает помехи при переключении транзистора VT2. Дополнительно регулятор отслеживает аварийные ситуации. Если произошёл обрыв в цепи паяльника, например, перегорел нагревательный элемент или сработала плавкая вставка FU1, или произошёл пробой силового транзистора VT2, то на индикаторе отобразится символ "E". В ситуации с пробоем VT2, когда через резистор R18 ток течёт непрерывно, индикатор будет ещё мигать с частотой 2 Гц.

Децимальная точка на индикаторе сигнализирует о том, что транзистор в данный момент включён. В режиме форсированного разогрева или высшей ступени регулирования точка светится непрерывно. При неполной мощности она мигает синхронно с включением транзистора VT2. В дежурном режиме точка не светит.

Регулятор не имеет гальванической развязки от общей силовой цепи 36 В и запитан от общего понижающего трансформатора для рабочих мест. Переменное напряжение выпрямляется диодным мостом VD1. Для питания цепей управления напряжение сглаживается цепочкой из диода VD3 и конденсатора C1. Полученное постоянное напряжение около 55 В понижающим импульсным стабилизатором на микросхеме DA1 снижается до 5 В, необходимых для питания МК DD1. Микросхема

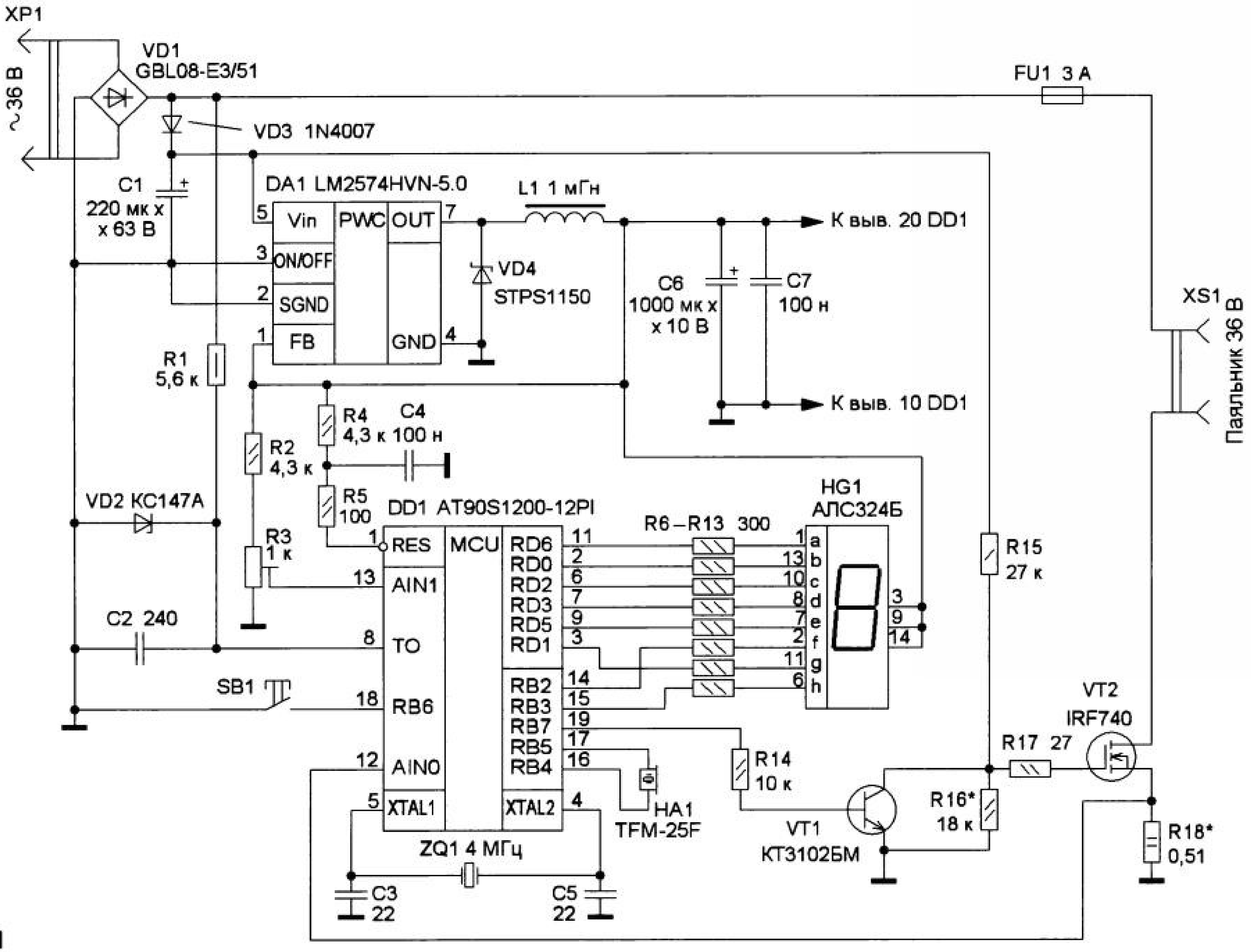


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Algorithm Builder for AVR 5.44 - D:\NM9211\AvrProg_1\NM9211\regulator\regulat

Файл Редактировать Отображение Поиск Элементы Программа Опции ?

regulat | подпрограммы

PowerK	0	Byte	255

I/O registers:

Name	I/O regist	Comment
LED	PortD	Здесь висит семисегментный индикатор (почти весь)

Bits:

Name	Bit	Comment
Zero	PinD.4	детектор нульсов сети
Button	PinB.6	кнопка
Switch	PortB.7	транзисторный ключ
SwitchLed	PortB.3	десятичная точка-индикатор включения транзистора
Buzzer	PortB.4	динамик прямой выход
Buzzer_	PortB.5	динамик инверсный выход
PulseDit	r12.0	Для мигания символа E, когда обнаружен пробой транзистора

Constants:

Name	Value	Comment
		Сигналы динамика
TONH	3000	высокий тон, Гц
DLITH	2	длительность, сек x 0,1
TONM	2000	средний тон, Гц
DLITM	2	длительность, сек x 0,1
TONL	1000	низкий тон, Гц
DLITL	8	длительность, сек x 0,1
		для трели перед автоотключением паяльника по истечении срока работы используем 2 тона
TON1	3000	тон в Гц
TON2	1000	тон в Гц
TD1	1	длительность первой ноты x 0,1 сек
TD2	1	длительность второй ноты x 0,1 сек
TREL	3	время звучания трели, сек
		Общие временные константы
FORSIROVKA	210	время форсирования (разогрев) F паяльника на полную мощность при включении (сек) вводить не более 255 сек !!!
SB_OFF	20	время удержания кнопки 2 сек для выключения паяльника (x0,1 сек) - вводить не более 2,5 секунд!!!
OSTYVANIE	240	время на остывание паяльника (сек), если по окончании этого времени снова включить паяльник, то будет заново включена форсировка F. вводить не более 25
ZABYL	40	автоотключение паяльника в минутах, ограничение не более 1092 минуты!!!
SET_OFF	1	включить транзистор (константа, показывающая каким уровнем включается транзистор)
SET_ON	0	выключить транзистор

AT90S1200

Рис. 2

DA1 LM2574HVN-5.0 с фиксированным выходным напряжением включена по стандартной схеме [3]. В преобразователь входят быстродействующий диод Шоттки VD4, накопительный дроссель L1 и конденсаторы C6, C7. Далее питание поступает на МК DD1, который обеспечивает всю работу устройства. Цепочка на резисторе R1 и стабилитроне VD2 выделяет моменты, когда пульсирующее напряжение близко к нулю. Эти импульсы с частотой 100 Гц проходят на вывод 8 микроконтроллера DD1, который является счётным входом таймера T0. Импульсы применяются для коммутации транзистора VT2, формирования больших временных интервалов счётчиком T0 и подпрограммой контроля тока через транзистор. Конденсатор C2 подавляет возможные высокочастотные помехи.

Управление паяльником ведётся с линии порта RB7 (вывода 19). В качестве ключевого элемента применён полевой транзистор с изолированным затвором. Его преимущество перед биполярными транзисторами и тиристорами — малое сопротивление канала в открытом состоянии (0,5 Ом). Так как для полного открытия транзистора VT2 напряжения логического уровня единицы микроконтроллера недостаточно, применены дополнительный транзисторный ключ на транзисторе VT1 и делитель напряжения на резисторах R15, R16. При низком логическом уровне на выходе RB7 МК транзистор VT1 закрыт, и на его коллекторе будет напряжение около 10 В, что является достаточным для полного открывания транзистора VT2. Резистор R17 нужен для ограничения тока через коллектор транзистора VT1 при переключениях.

Для функции контроля тока через транзистор VT2 использован датчик тока — низкоомный резистор. С него импульсы при открытом транзисторе VT2 поступают на вывод 12 МК DD1, который является прямым входом AIN0 встроенного компаратора. Порог переключения компаратора задан подстроечным резистором R3, напряжение с которого поступает на инверсный вход компаратора AIN1 и может регулироваться в пределах от 0 до 1 В. Работает программа контроля тока так. При открытом транзисторе VT2 в начале полупериода через нагрузку начинает протекать ток. На резисторе R18 и входе AIN0 компаратора появляется напряжение, которое становится больше, чем напряжение на входе AIN1. При этом в программе выставляется бит прерывания ACI, свидетельствующий о том, что было переключение компаратора. Ближе к концу полупериода по сигналу низкого логического уровня на входе 8

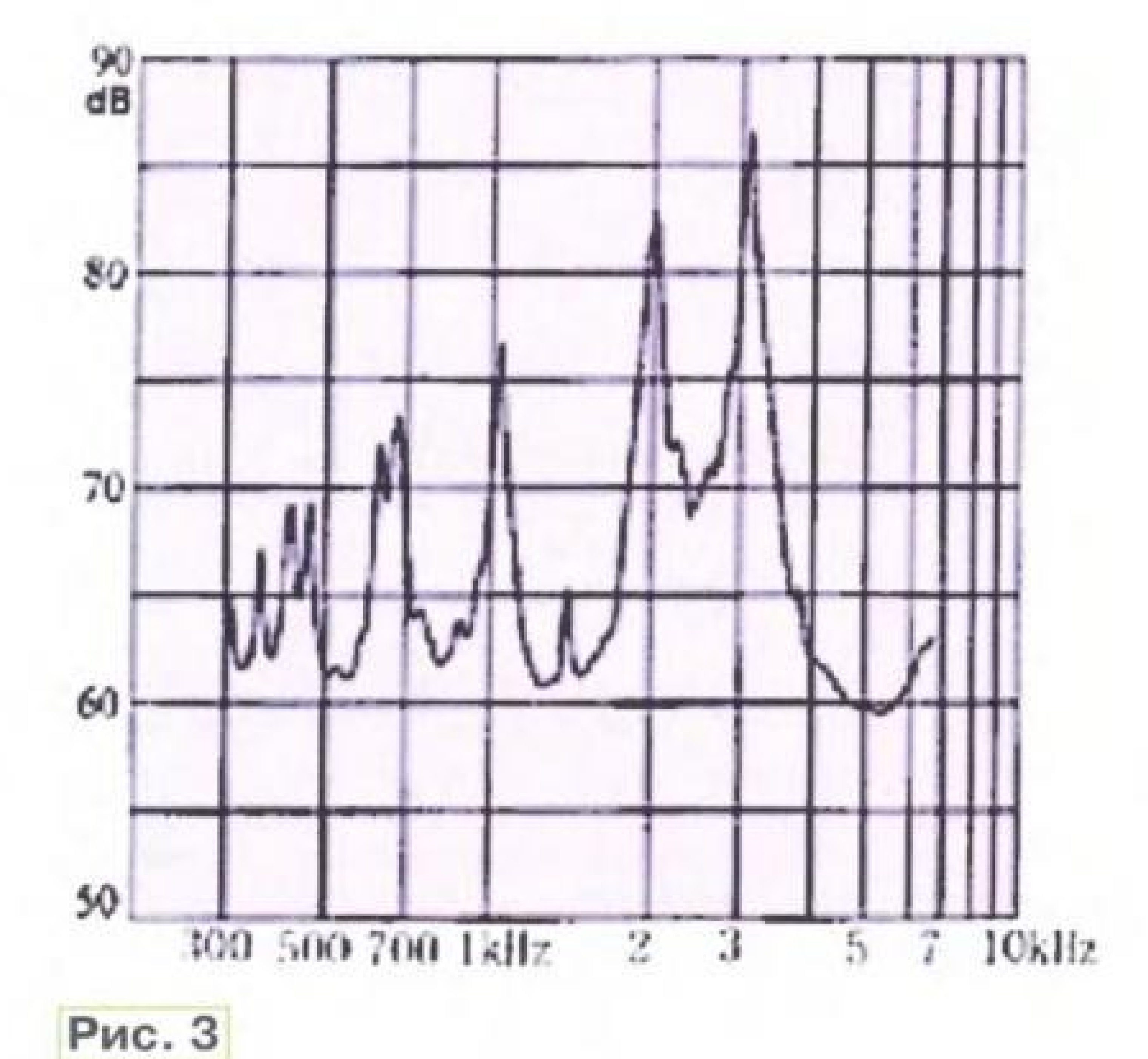


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

МК программа анализирует, протекает ли ток через нагрузку и не является ли данная ситуация аварийной. Если транзистор VT2 открыт, а ток отсутствует, будет подан аварийный звуковой сигнал и на индикатор HG1 выведен символ "E". Если транзистор закрыт, а ток присутствует, также будет подан звуковой сигнал и на индикатор выведен мигающий символ "E". Для предотвращения ложных срабатываний требуется троекратное последовательное повторение аварийной ситуации. Общее разрешение прерываний в программе не задействовано, вместо этого в определённые моменты анализируются соответствующие флаги (биты), выставляемые встроенными устройствами. После чего они принудительно сбрасываются записью в них 1.

Для подачи звуковых сигналов применён пьезоизлучатель HA1, имеющий максимумы АЧХ на частотах 1, 2 и 3 кГц. Максимумы частот используются для подачи трёх тонов звукового сигнала, а также звуковой трели при автоматическом выключении паяльника, когда его забыли выключить вручную. Для повышения громкости сигнала излучатель HA1 подключён к выходам 16 и 17 микроконтроллера, которые работают в противофазе, тем самым увеличивая амплитуду напряжения вдвое.

Для управления регулятором использована кнопка SB1. Внутри МК программным способом к ней подключён

Опции проекта

Кристалл | EE Macro | Компилятор
Monitor chip | Fuse bits | Lock bits

Clock source : Calibrated internal RC oscillator 4 MHz
Boot size : BOOTSZ

☐ CKSEL0 ☑ BODLEVEL1
☑ CKSEL1 ☑ BODLEVEL2
☐ CKSEL2 ☑ WDTON
☐ CKSEL3 ☐ SPIEN
☐ SUT0 ☑ EESAVE
☑ SUT1 ☑ DWEN
☑ CKOUT ☑ SELFPRGEN
☑ CKDIV8
☑ RSTDISBL
☑ BODLEVEL0

Read | Write

Checked = unprogrammed !

☐ Только для чтения

Применить | Отмена

Рис. 4

встроенный в МК подтягивающий резистор сопротивлением 50...100 кОм, второй вывод которого подключён к плюсовой линии питания. Поэтому дополнительных компонентов для подключения кнопки не понадобилось. Резисторы R4, R5 и конденсатор C4 формируют импульс начальной установки МК при включении питания. Конденсаторы C3, C5 и кварцевый резонатор ZQ1 формируют задающую частоту тактового генератора для работы МК, индикатор HG1 с общим анодом служит для отображения режимов работы регулятора.

Налаживание начинают до установки запрограммированного МК. Вместо него между выводами 10 и 20 подключают нагрузочный резистор 100...120 Ом. Сначала подают переменное напряжение питания 36 В и проверяют работу выпрямителя и импульсного преобразователя. Убеждаются, что при длительной работе детали преобразователя не греются.

Далее подбирают резистор R18. Заранее измеряют ток паяльника. Например, для паяльника мощностью 40 Вт он составляет 1 А. Падение напряжения на датчике тока — резисторе R18 — должно быть 500 мВ (действующее значение). Поэтому сопротивление этого резистора должно быть R18 = U/I = 0,5/1 = 0,5 Ом. Выбирают ближайший номинал в большую сторону. Допустимая мощность рассеяния резистора R18 должна быть не менее $P = I^2 \times R = 12 \times 0{,}5 = 0{,}5$ Вт. Резистором R3 устанавливают напряжение 0,4 В на выводе 13 МК. С помощью осциллографа убеждаются, что импульсы с частотой 100 Гц приходят на вывод 8 DD1. Если осциллографа нет в арсенале, можно использовать современный цифровой мультиметр в режиме измерения частоты. Измеренная частота должна быть равна 100 Гц. Отключают питание, удаляют временный резистор и устанавливают в панель запрограммированный МК. Проверяют работу во всех режимах. Вынув паяльник из розетки XS1, убеждаются в работе режима контроля тока.

Для дальнейшей настройки "под себя" в программе можно скорректировать некоторые временные константы. Для этого в программе AlgorithmBuilder надо открыть исходную программу. Нажав на клавишу F12, переключают отображение алгоритма в виде таблицы (**рис. 2**).

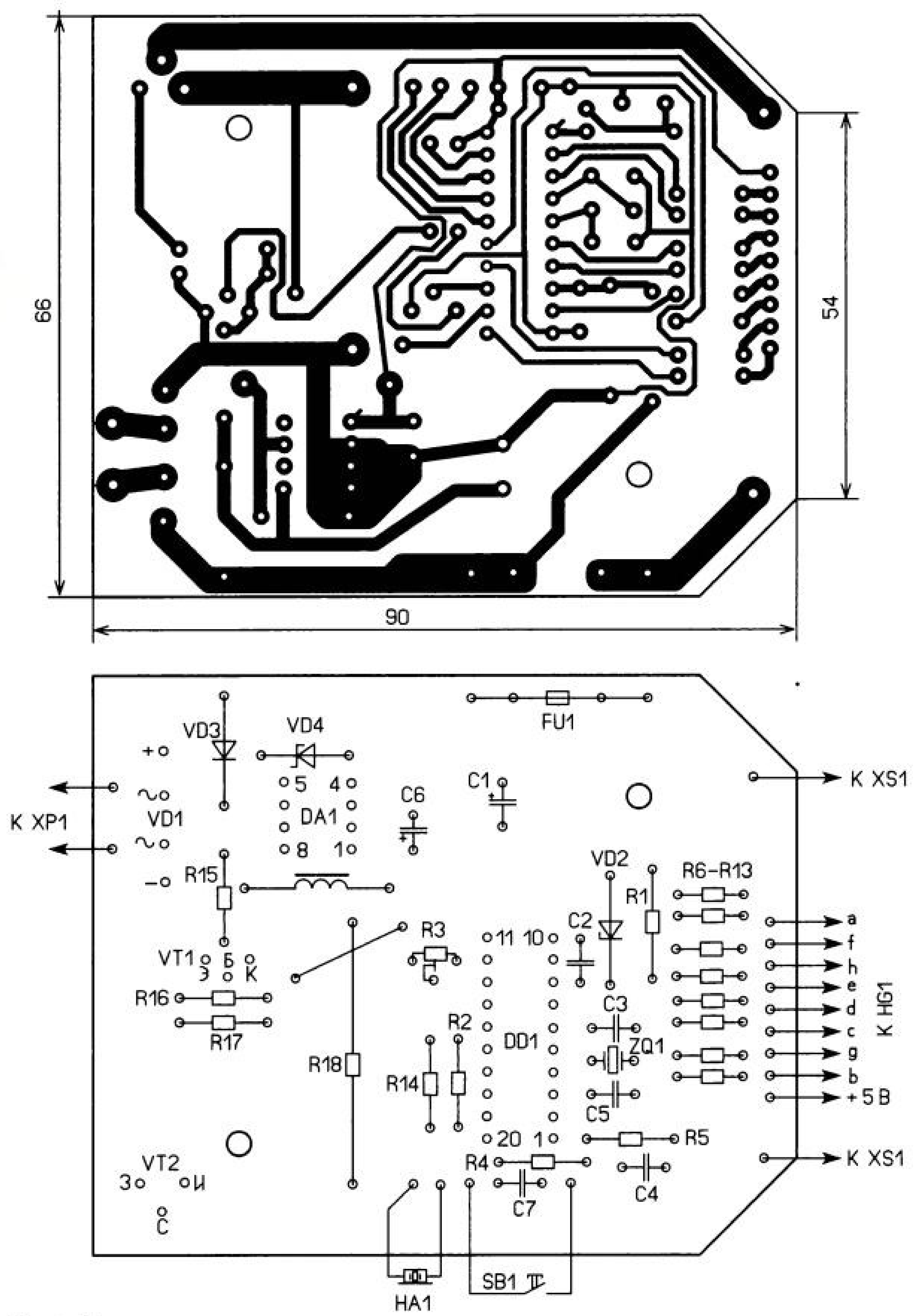


Рис. 5

В секции Constants (константы), которая обведена красным цветом, можно корректировать частоты сигналов, поступающих на излучатель HA1.

Например, для использованного в устройстве излучателя TFM-25F, АЧХ которого показана на **рис. 3**, использованы три частотных максимума на 3, 2 и 1 кГц. Константа TONH соответствует самой высокой частоте 3000 Гц и задаётся в герцах, длительность сигнала задаётся константой DLITH в десятых долях секунды. Также и для среднего тона частотой 2000 Гц — константы TONM и DLITM соответственно и нижнего тона в 1000 Гц — константы TONL и DLITL. Тоны трели при автоотключении паяльника заданы константами TON1, TON2, длительность звучания каждого тона — константами TD1 и TD2, а время звучания всей трели — константой TREL.

Ниже идут константы, отвечающие за работу регулятора.

FORSIROVKA — это время первоначального нагрева паяльника из холодного состояния до рабочей температуры. Для определения константы надо замерить время, когда паяльник нагреется до температуры 180...200 °С из холодного состояния. Максимальное значение константы — 255 с.

SB_OFF — время удержания кнопки SB1 для выключения паяльника. Вводится в десятых долях секунды, но не может быть более 2,5 с.

OSTYVANIE — время остывания паяльника. Время отсчёта, по истечении которого, начиная с момента выключения, будет включён режим форсированного разогрева. Отсчёт времени начинается с момента выключения полностью прогретого паяльника до тех пор, пока он охладится значительно ниже рабочей температуры. Также эта константа ограничена значением 255 с.

ZABYL — время (в минутах) нахождения в рабочем режиме с момента включения паяльника. Максимальное значение времени ограничено 1092 минутами, или 18 ч и 12 мин.

SET_OFF и **SET_ON** — константы управления транзистором VT2. Для используемой схемы управления их изменять не следует.

Кварцевый резонатор можно применить на другую частоту. Для этого на вкладке **Опции→Опции проекта→Тактовая частота** исходной программы нужно вписать необходимое значение. Программа написана так, что все необходимые временные выдержки будут автоматически пересчитаны под новую тактовую частоту при компиляции программы. Работа регулятора была опробована с кварцевыми резонаторами на частоты 10, 8, 6, 4, 1 МГц и 0,5 МГц, а также 100 кГц, при этом регулятор работал нормально. С "часовым" кварцевым резонатором (32768 Гц) устройство не работало.

После изменения тактовой частоты и/или констант программу необходимо скомпилировать. Для этого надо воспользоваться либо кнопкой в трее с иконками инструментов, либо нажав Ctrl и F9 одновременно. Константы компилируются вместе с программой, записываются в flash-память МК и не могут быть изменены во время его работы.

Вместо AT90S1200 можно применить его современный аналог МК — ATtiny2313. МК AT90S1200 и ATtiny2313, в принципе, совместимы, но отличия всё же есть. Для МК ATtiny2313 нужно настроить указатель стека SP и выставить fuse-биты. Таблица с fuse-битами показана на **рис. 4**.

Файл для прошивки микроконтроллера AT90S1200 имеет имя **regulat.hex**. Для прошивки ATtiny2313 — **regulat 2313.hex**. Обе прошивки рассчитаны на тактовую частоту 4 МГц. Для ATtiny2313 кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C3 и C5 не нужны, так как будет использован внутренний RC-генератор на частоту 4 МГц. Адаптация программы под ATTiny2313 свелась к установке указателя стека SP в самом начале программы. Исходные проекты находятся под именами соответственно **regulat.alp** и **regulat2313.alp**. Для обоих проектов подойдёт один и тот же файл с подпрограммами — **подпрограммы.alg**.

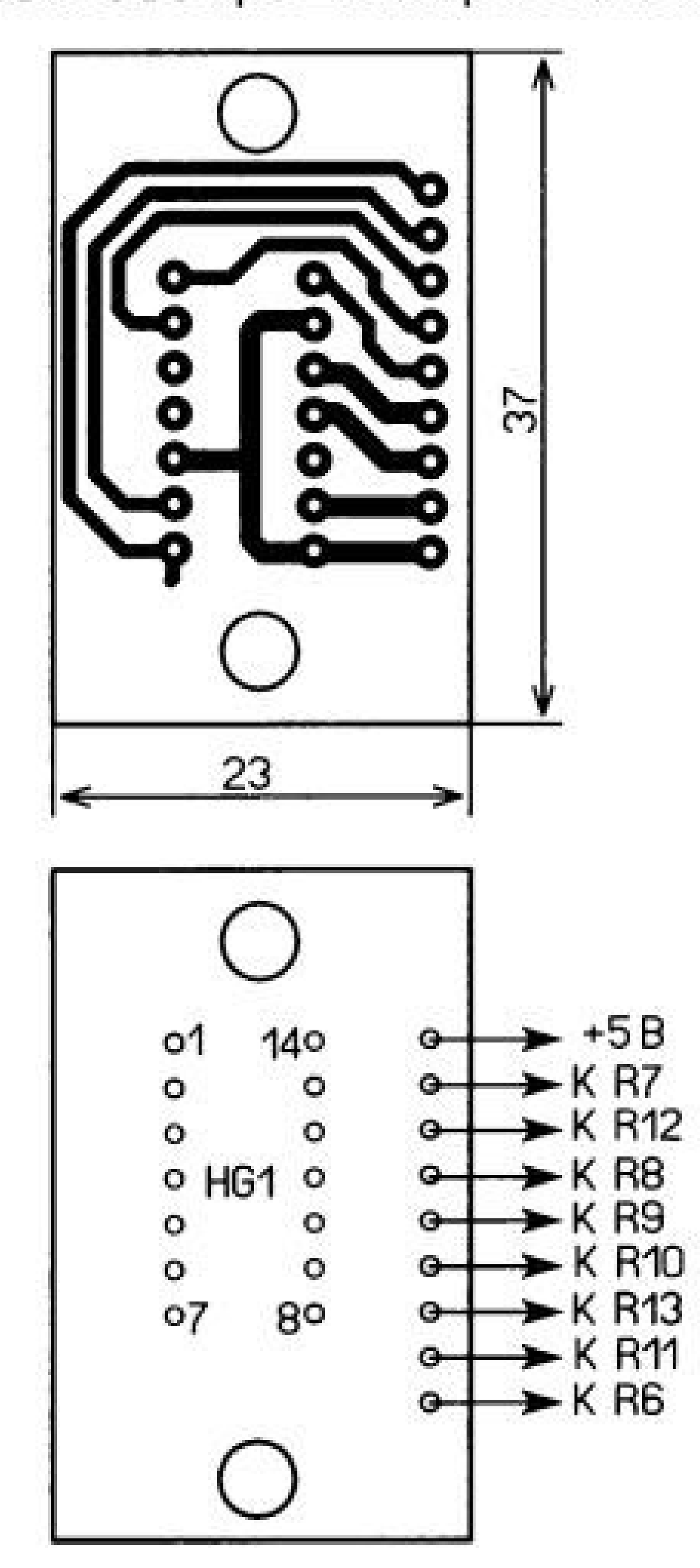


Рис. 6



Рис. 7

Диодный мост GBL08-E3/51 можно заменить любым другим с допустимым током большим, чем ток паяльника. Но, если применить мост в другом корпусе, тогда придётся корректировать под него рисунок печатной платы. Диод 1N4007 можно заменить любым выпрямительным с допустимым обратным напряжением не менее 100 В, например диодом КД209А. Микросхему импульсного стабилизатора DA1 LM2574HVN-5.0 нужно применить с индексом HV (высоковольтная версия) с допустимым входным напряжением 60 В. Стандартная микросхема LM2574N-5.0 рассчитана на входное напряжение 45 В и не может быть использована в этом устройстве. Дроссель L1 — аксиальный B82144A2105J, можно применить дроссель индуктивностью 1,5 мГн, например B78108S1155J. Диод Шоттки STPS1150 — это диод с малым временем восстановления, его можно заменить аналогичным, например 11DQ06. Применение доступных деталей других типов оказалось критично и приводило к падению КПД стабилизатора и разогреву компонентов. Рисунок печатной платы под схемой стабилизатора DA1 также менять нежелательно.

Стабилитрон VD2 — любой маломощный с напряжением стабилизации 4,5...5 В. Кварцевый резонатор — на частоту 4 МГц в корпусе типа HC-49/S. Подстроечный резистор R3 — СП3-19б, СП3-19а или импортный. Резистор R18 — C5-16 или МЛТ, остальные — МЛТ, С2-23. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — керамические. Светодиодный индикатор АЛС324Б можно заменить любым светодиодным семиэлементным индикатором с общим анодом и высотой знака не более 8 мм, но тогда, возможно, придётся скорректировать рисунок печатной платы. Транзистор VT1 — любой маломощный с $h_{21э}$ более 100 и допустимым напряжением $U_{кэ}$ не менее 40 В. Транзистор VT2 — n-канальный полевой транзистор с током стока больше тока паяльника и сопротивлением открытого канала не более



Рис. 8

0,5 Ом. Для полного открывания транзистора, возможно, придётся подобрать резистор R16. При мощности паяльника 40 Вт и более транзистор VT2 надо установить на небольшой теплоотвод. Акустический излучатель HA1 — пьезокерамический любого типа. При этом, возможно, потребуется подобрать константы максимумов частот по его АЧХ согласно рекомендациям, приведённым выше. Кнопка SB1 — SWT-80-3.8 или аналогичная малогабаритная без фиксации. Плавкая вставка FU1 — стандартная диаметром 5 мм и длиной 20 мм. Её устанавливают на плату в две клипсы-держатели подходящего типа, например 120.800.

Чертёж печатной платы регулятора представлен на **рис. 5**. Индикатор HG1 расположен на отдельной печатной плате, соединённой с основной девятипроводным гибким шлейфом. Чертёж печатной платы индикатора HG1 показан на **рис. 6**. Для повышения контрастности изображения индикатора рекомендуется использовать светофильтр соответствующего цвета.

В качестве разъёма для подключения паяльника вместо штепсельной вилки использован приборный разъём ШР20П2ЭГ6. В качестве вилки применён ответный разъём ШР20П2НГ6. Для удобства пользования с него демонтированы разъёмный боковой кожух с кольцом и завинчивающаяся часть. Оставшаяся вилка с контактами подвергнута доработке — срезана трубчатая часть, закрывающая контакты. Перед срезкой нужно вынуть контактную группу из трубчатой части, для этого с помощью шила нужно поддеть и удалить стопорное кольцо. К лепесткам на противоположной части от контактов припаяны провода паяльника, которые заизолированы отрезками ПХВ-трубок. Сверху с некоторым усилием надевается более толстая трубка ПХВ. Что получилось, показано на **рис. 7** и **рис. 8**.

Общий вид на монтаж устройства показан на **рис. 9**, устройство в сборе — на **рис. 10**.





Рис. 9

ЛИТЕРАТУРА

1. **Евстифеев А. В.** Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы Atmel. 3-е издание. — Москва, Издательский дом "Додэка", 2006.

2. **Евстифеев А. В.** Микроконтроллеры AVR семейства Tiny. Руководство пользователя. — Москва, Издательский дом "Додэка XXI", 2007.

3. LM2574/LM2574HV SIMPLE SWITCHER 0.5A Step-Down Voltage Regulator. — URL: **https://office.promelec.ru/upload/datasheet/b/8/lm2574.pdf** (25.02.21).

***От редакции.** Программы для микроконтроллера находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/regul.zip** на нашем FTP-сервере.*



Рис. 10

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ЗУ на основе модуля питания светодиодов

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает весьма простое универсальное зарядное устройство на основе модуля питания светодиодов, которое можно настроить на зарядку нескольких видов аккумуляторов и батарей напряжением до 20 В ёмкостью 500...3000 мА·ч.

В настоящее время выбор различных готовых сетевых модулей питания с гальванической развязкой велик. Собраны они, как правило, на основе импульсных понижающих преобразователей напряжения. Среди них есть нестабилизированные, со стабилизированным выходным напряжением, а реже — со стабилизированным выходным током. К последним относится малогабаритный модуль M34.0305LN-04-0 торговой марки Dark Energy (**рис. 1**, **рис. 2**). Его габаритные размеры — 24×15×13 мм, он предназначен для питания светодиодных модулей стабильным током 250 мА.

Схема этого модуля, нарисованная по печатной плате, показана на **рис. 3**. Обозначения элементов соответствуют маркировке на плате. Этот модуль собран на микросхеме серии BP3166C [1] по стандартной схеме. На микросхемах этой серии и аналогичных собирают драйверы светодиодных сетевых осветительных ламп. В большинстве случаев используется включение микросхемы с накопительным дросселем, но в этом модуле применён трансформатор T1, поэтому нагрузка запитана от выпрямителя на диоде D1, подключённого к вторичной обмотке трансформатора. Это и обеспечивает гальваническую развязку нагрузки от сети. Значение стабилизируемого тока задают резисторы RS1 и RS2, а зависит он ещё и от коэффициента трансформации трансформатора T1.

Для проверки модуль был нагружен на переменный резистор сопротивлением 100 Ом и мощностью 25 Вт. При сопротивлении 100 Ом выходное напряжение было 25 В, т. е. ток нагрузки — 250 мА. При этом выходная мощность — 6,25 Вт, что превышает допустимое значение для модуля — 5 Вт. При уменьшении сопротивления нагрузки вплоть до 20 Ом ток оставался стабильным, а напряжение соответственно уменьшалось. Но при меньшем сопротивлении в микросхеме включался режим защиты от КЗ и выходной ток уменьшался до 50...60 мА.

Поскольку этот модуль обеспечивает стабильный выходной ток, его можно использовать для изготовления ЗУ для различных аккумуляторов или аккумуляторных батарей. Дело в том, что их номенклатура широка, а универсального ЗУ, конечно же, нет. Используя этот модуль, можно сделать более универсальное ЗУ для зарядки аккумуляторов и их батарей напряжением до 20 В. Правда, ток зарядки без доработки модуля не изменить, но 250 мА будет подходящим для зарядки различных аккумуляторов и батарей ёмкостью 500...3000 мА·ч. Поэтому основной задачей ЗУ будет ограничение напряжения на заряжаемой батарее. Собственно эту функцию и выполняет ЗУ, схема которого показана на **рис. 4**.

На микросхеме DA1 и транзисторе VT1 собран параллельный стабилизатор напряжения, напряжение стабилизации задаёт резистивный делитель, состоящий из постоянных резисторов R7, R11

Рис. 1



Рис. 2

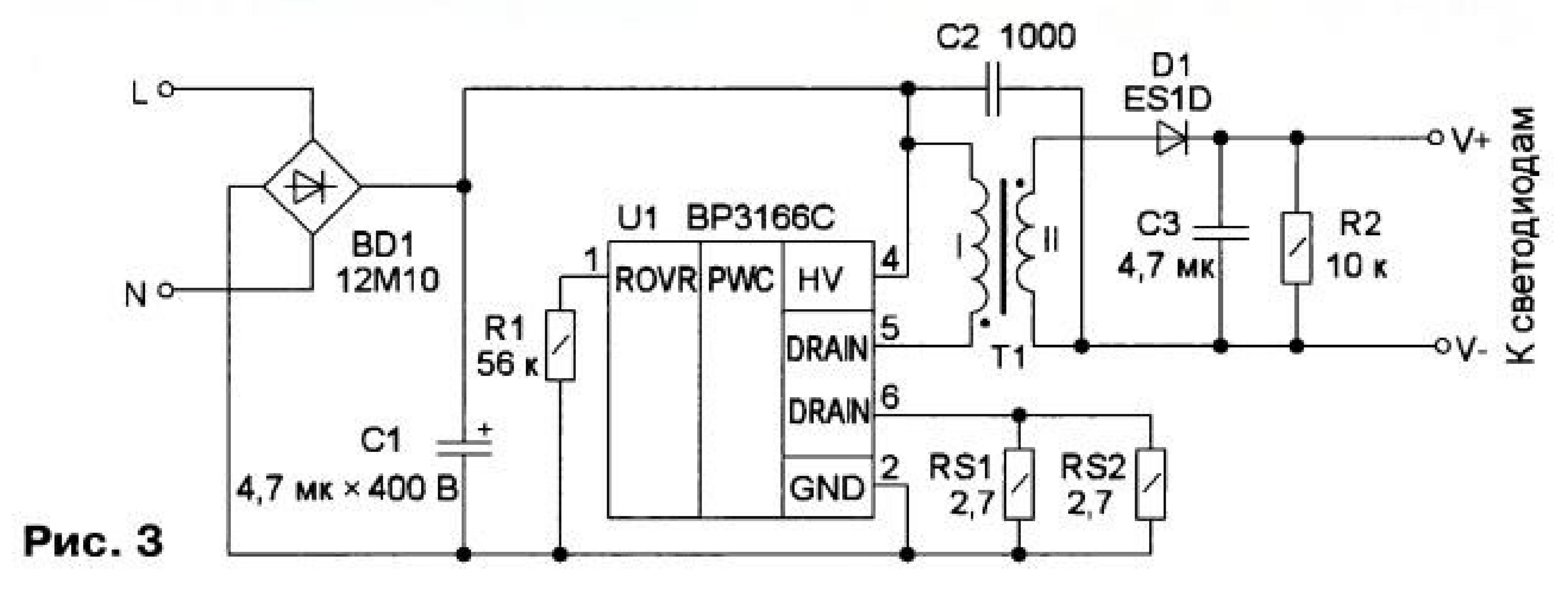


Рис. 3

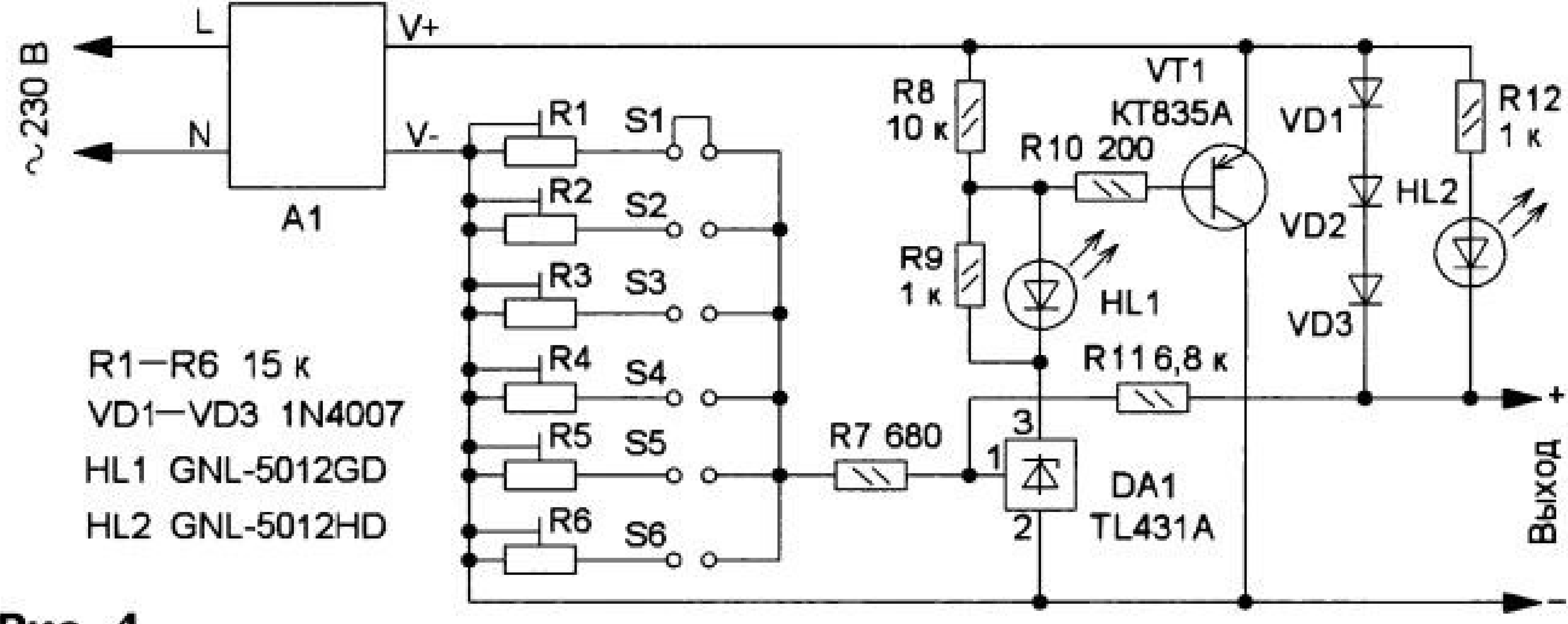


Рис. 4

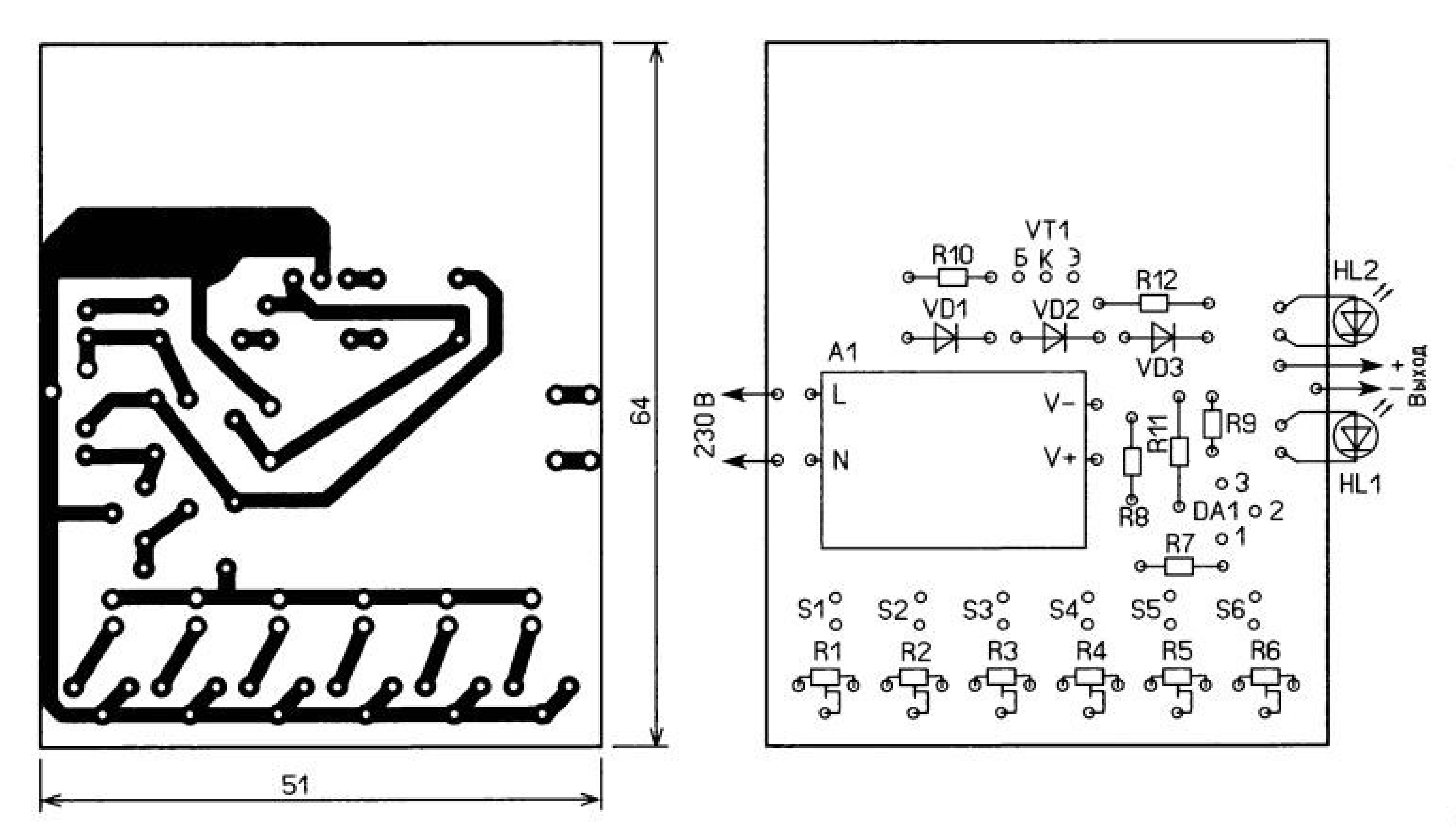


Рис. 5

зарядка осуществляется в два этапа. Сначала она идёт при постоянном токе и постепенно повышающемся на аккумуляторе напряжении, а затем при постоянном напряжении и плавно уменьшающемся токе.

С помощью этого зарядного устройства можно заряжать незащищённые Li-Ion и Li-$FePO_4$ аккумуляторы и их батареи, а также батареи Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов с напряжением не менее 3 В.

Все элементы размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Её чертёж показан на **рис. 5**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечные — СП3-19б, СП3-19а или импортные. Диоды могут быть любыми кремниевыми выпрямительными с допустимым прямым током до 1 А, например из серии 1N400x. Светодиоды — маломощные соответствующего свечения. Перемычки S1—S6 состоят из двадцатиконтактной вилки серии PLD-2, у которой удалены лишние контакты, и собственно одной перемычки — так называемого джампера MJ-0-4 или аналогичного. Положение перемычки указывает на подключённый подстроечный резистор. Модуль питания также установлен на плате, для этого к выводам модуля припаивают отрезки лужёного медного

и подстроечных резисторов R1—R6, коммутируемых перемычками S1—S6. Поэтому с помощью перемычек можно установить шесть фиксированных (пороговых) выходных напряжений. Но их число нетрудно увеличить, к тому же каждое из напряжений легко изменить.

Работает устройство так. После подключения заряжаемой батареи практически весь зарядный ток (250 мА) протекает в неё. Он течёт через диоды VD1—VD3 и падения напряжения на них (около 2 В) достаточно для питания светодиода HL2 красного свечения, который сигнализирует о процессе зарядки. При этом микросхема DA1 и транзистор VT1 закрыты, светодиод HL1 зелёного свечения обесточен. По мере зарядки аккумуляторной батареи напряжение на ней увеличивается, и когда оно достигнет порогового значения (максимального для заряжаемой батареи) микросхема и транзистор открываются, ток начинает протекать в основном через транзистор. Зарядный ток уменьшается, а светодиод HL1 станет светить, сигнализируя об окончании процесса зарядки. Но он прекращается не сразу, подзарядка продолжается плавно уменьшающимся током, пока светодиод HL2 не погаснет совсем. Таким образом, здесь реализован метод зарядки CC/CV (Constant Current/Constant Voltage — постоянный ток/постоянное напряжение). При этом

Рис. 6



Рис. 7



провода диаметром 0,5...0,6 мм, которые затем вставляют в отверстия платы и припаивают.

Поскольку на транзисторе может рассеиваться мощность в несколько ватт, его следует установить на теплоотвод. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 6**. Её следует разместить в пластмассовом корпусе подходящих размеров. Теплоотвод, показанный на этом рисунке, обеспечивал нормальную температуру транзистора при выходном напряжении до 14 В. Если напряжение зарядки будет больше, размеры теплоотвода надо увеличить. Поскольку некоторые элементы модуля питания находятся под напряжением сети, после установки на плату его необходимо изолировать. Подходящим оказался пластмассовый колпак — крышка от реле РЭС43 (**рис. 7**).

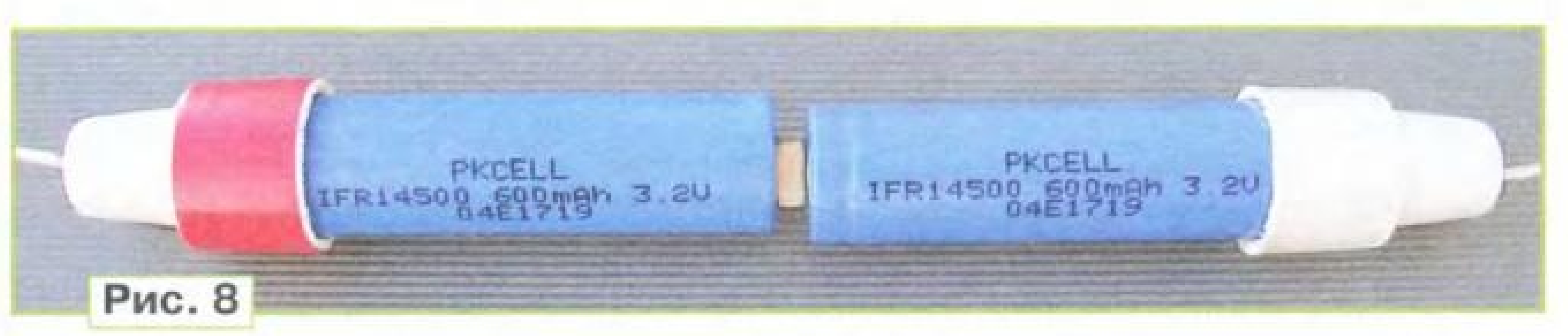


Рис. 8

Пороговое напряжение устанавливают так. К выходу устройства подключают вольтметр, а само устройство — к сети. Соответствующим подстроечным резистором устанавливают требуемое напряжение. При этом должен быть включён светодиод зелёного свечения. После подключения заряжаемой батареи (разряженной) светодиод зелёного свечения должен погаснуть, а включиться светодиод красного свечения. Несколько подстроечных резисторов и перемычка позволяют быстро установить требуемое напряжение зарядки аккумулятора или батареи. На каждый из подстроечных резисторов надо нанести маркировку, соответствующую пороговому напряжению. Взамен перемычек можно применить переключатель на одно направление и требуемое число положений. Можно обойтись одним переменным резистором, исключив перемычки и набор подстроечных резисторов. Но в этом случае перед каждой зарядкой надо проверить или установить требуемое напряжение.

Для подключения аккумулятора или батареи можно использовать соответствующие держатели (кассеты) или магнитные контакты [2]. При этом в случае необходимости с помощью магнитов можно собрать отдельные аккумуляторы во временную батарею и проводить их совместную зарядку (**рис. 8**).

ЛИТЕРАТУРА

1. BP3166B. Высокоточный светодиодный драйвер постоянного тока PSR. — URL: **http://www.bpsemi.com/uploads/file/2018 0104162408_522.pdf** (18.02.21).

2. **Нечаев И.** ЗУ для Li-Ion и Li-FePo₄ аккумуляторов малых типоразмеров. — Радио, 2021, № 3, с. 22—24.

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/zu-i.zip** имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout.*

Двухполярный стабилизатор напряжения для УМЗЧ

М. МУРАВЦЕВ, г. Ташкент

Стабилизатор предназначен для питания мощного транзисторного УМЗЧ, но может быть использован и для питания самых разнообразных электронных устройств. В статье приведено описание последовательности разработки этого стабилизатора с помощью среды моделирования LTspice. Стабилизатор является усовершенствованным вариантом аналогичного устройства, описание которого было в [1].

Обычно при проектировании какого-либо электронного устройства перед радиолюбителем ставится задача создать устройство, отвечающее необходимым техническим условиям на него. Автору хотелось создать устройство предельно простое, с небольшим количеством используемых деталей, и при этом, чтобы оно обладало высокими техническими параметрами. Поскольку стабилизатор разрабатывался для питания УМЗЧ, требования, предъявляемые к нему, были следующими: выходное напряжение — ±35 В; максимальный выходной ток — 8 А; наличие защиты от КЗ на выходе.

Стабилизатор состоит из нескольких законченных функциональных узлов. Это — собственно стабилизатор, выпрямительный узел с сглаживающими конденсаторами, узел триггерной защиты от перегрузки по току и узел блокировки защиты при включении стабилизатора.

Схема стабилизатора претерпела несколько итераций, пока не приобрела окончательный вид. В статье будут приведены все схемы, которые получались на этапе проектирования. Проектирование проводилось в среде моделирования LTspice IV от компании Linear Tehnologie (сейчас принадлежит Analog Devices) [2]. Первоначальная схема плюсового плеча стабилизатора приведена на **рис. 1**. Она содержит четыре транзистора, U1 — мощный полевой транзистор, он выполняет функцию регулирующего элемента. Транзисторы Q1 и Q7 образуют дифференциальный усилитель сигнала управления. Маломощный полевой транзистор U3 является элементом сравнения опорного напряжения и предварительным усилителем сигнала. Диоды D17—D20 и кон-

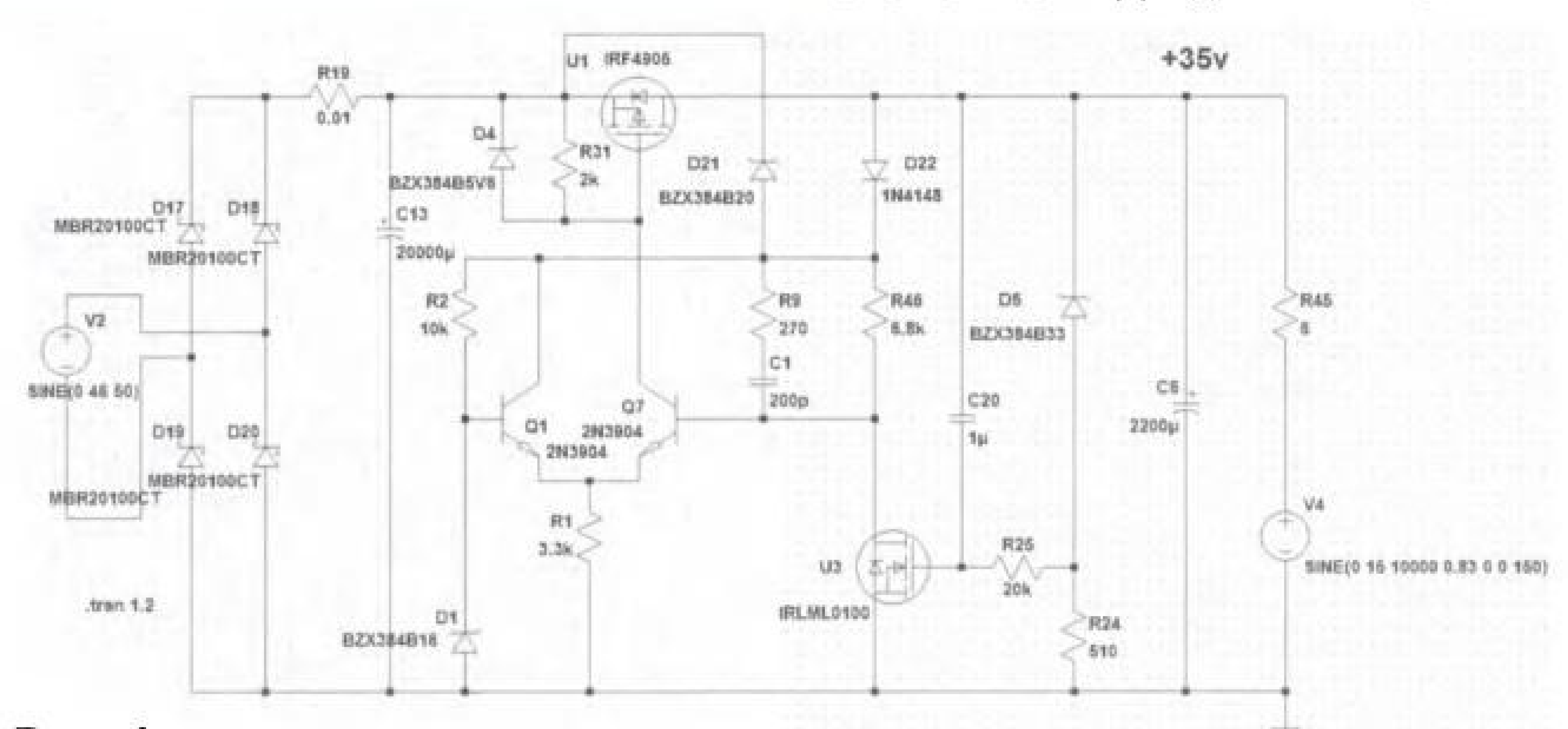


Рис. 1

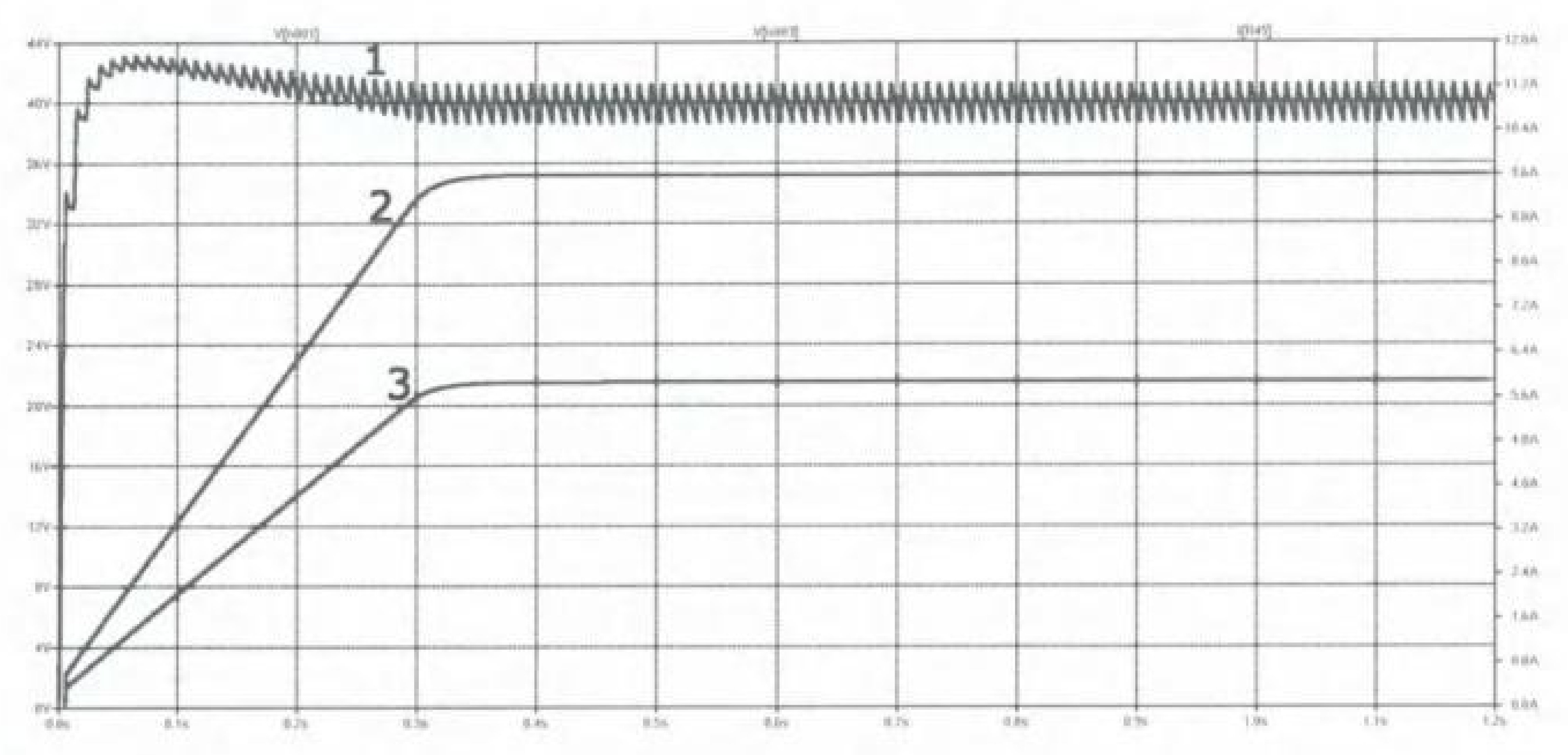


Рис. 2

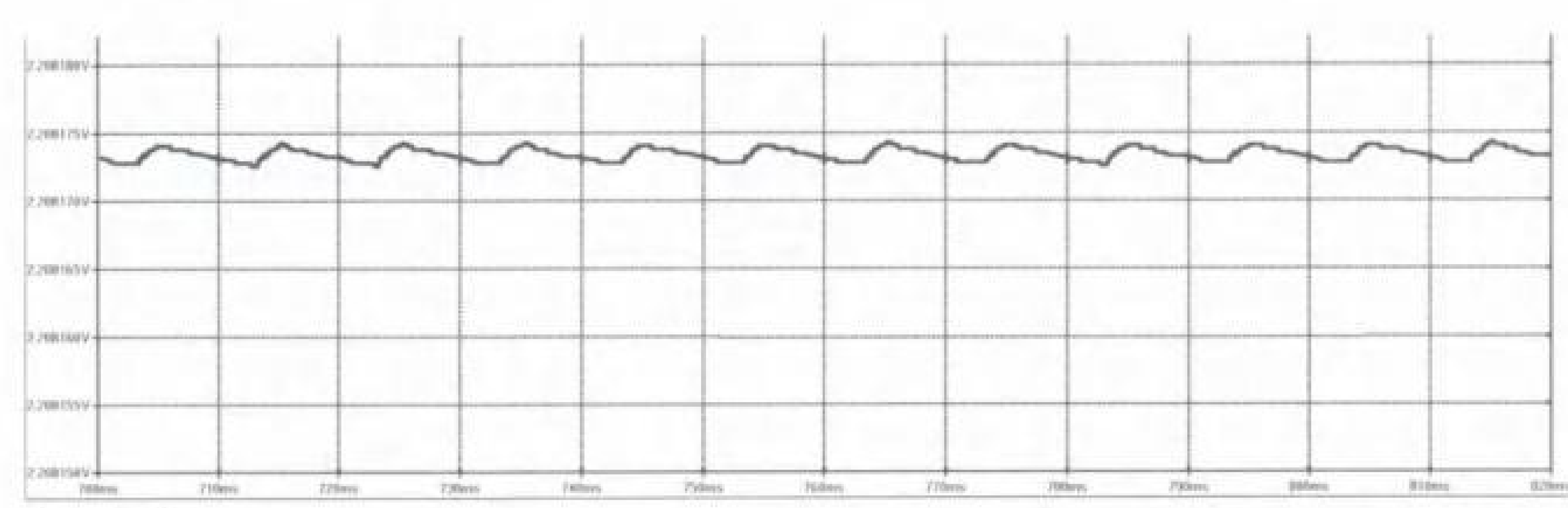


Рис. 3

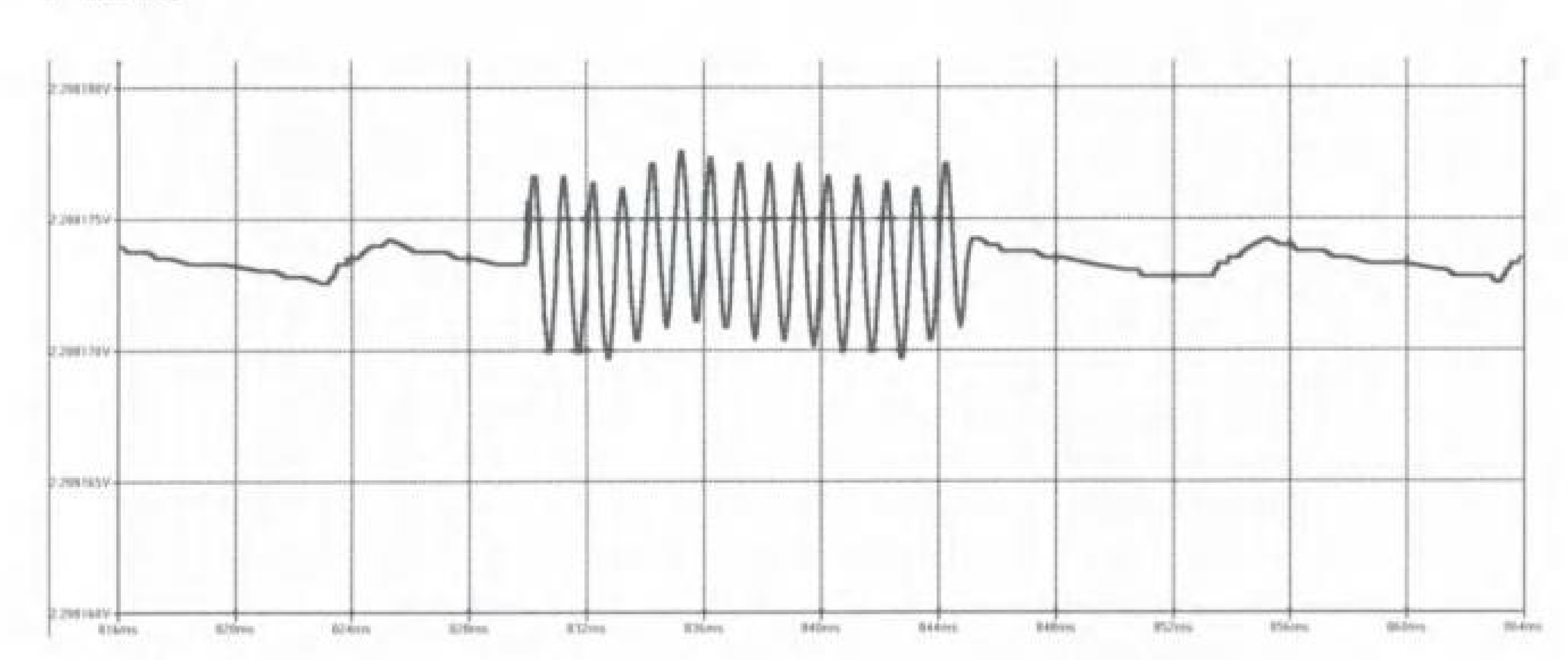


Рис. 4

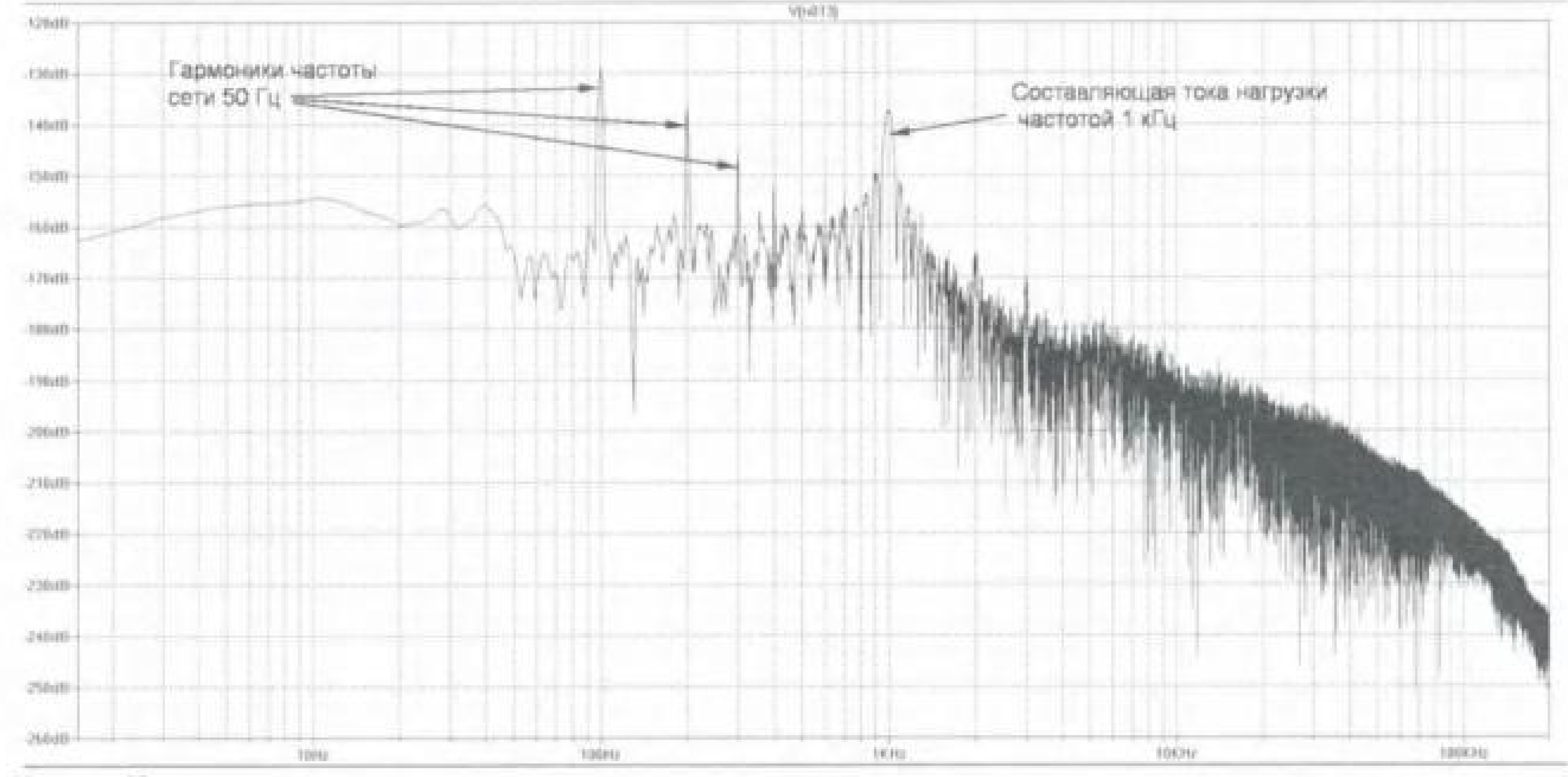


Рис. 5

денсатор C13 образуют выпрямитель. Цепь R9C1 предотвращает возбуждение стабилизатора на высоких частотах. Резистор R45 и источник напряжения V4 имитируют нагрузку стабилизатора. Резистор R19 имитирует сопротивление соединительных проводов.

Усилитель на транзисторах Q1, Q7 и U3 питается от выходного стабилизированного напряжения самого стабилизатора через развязывающий диод D22, что позволяет минимизировать влияние напряжений пульсации выпрямителя на усилитель. Транзистор U1 включён по схеме с общим истоком и поэтому при подаче питающего напряжения он закрыт, так как его затвор через резистор R31 соединён с истоком, а напряжения на выходе стабилизатора ещё нет. Для запуска стабилизатора введён стабилитрон D21. Когда напряжение на конденсаторе C13 достигнет напряжения открывания стабилитрона D21, ток через него повышает напряжение на катоде диода D22, запирая его, и, таким образом, "отсекает" выходной конденсатор C6, который в момент запуска стабилизатора полностью разряжен. Напряжение на катоде диода D22 повышается, начинает открываться транзистор Q7. Появляется ток коллектора, который открывает транзистор U1. Выходное напряжение стабилизатора повышается, и он выходит на рабочий режим. Как только напряжение на стабилитроне D21 станет меньше его напряжения стабилизации, он закрывается и в дальнейшем на работу устройства не влияет. По мере увеличения выходного напряжения открывается диод D22, который и обеспечивает питание усилителя стабилизатора. При достижении напряжения на выходе стабилизатора, равного сумме напряжений стабилизации стабилитрона D6 и напряжения открывания транзистора U3, последний переходит в активный режим, обеспечивая стабилизацию выходного напряжения.

Конденсатор C20 и резистор R25 выполняют сразу три функции. Первая — они образуют фильтр нижних частот, эффективно отсекая шумы стабилитрона. Вторая функция конденсатора C20 — обеспечение плавного пуска стабилизатора, так называемый софт-старт. И третья функция — конденсатор эффективно замыкает цепь отрицательной обратной связи по переменному току.

На **рис. 2** показаны осциллограммы выхода модели нагруженного стабилизатора на режим: 1 — напряжение на входе стабилизатора; 2 — выходное напряжение стабилизатора; 3 — ток нагрузки стабилизатора. Видно, что стабилизатор выходит на режим стабилизации примерно за 0,3 с, при этом постоянный ток нагрузки составляет 5,8 А. Через 0,8 с на постоянный ток накладывается переменная составляющая тока нагрузки в виде синусоиды частотой 1 кГц с амплитудой 2,5 А. Таким образом, стабилизатор запускается практически при любом токе нагрузки, не превышающем максимальное значение. Осциллограмма напряжения пульсаций (1,6 мкВ) с частотой сети показана на **рис. 3**. Осциллограмма напряжения пульсаций (9 мкВ) с частотой 1 кГц — на **рис. 4**. Эти осциллограммы сняты на затворе транзистора U3, так как затвор U3 по переменному току через C20 соединён с выходом стабилизатора. Спектральные составляющие выходного напряжения нагруженного стабилизатора показаны на **рис. 5**.

Резюмируя, можно сказать, что стабилизатор является достаточно быстродействующим устройством и эффектив-

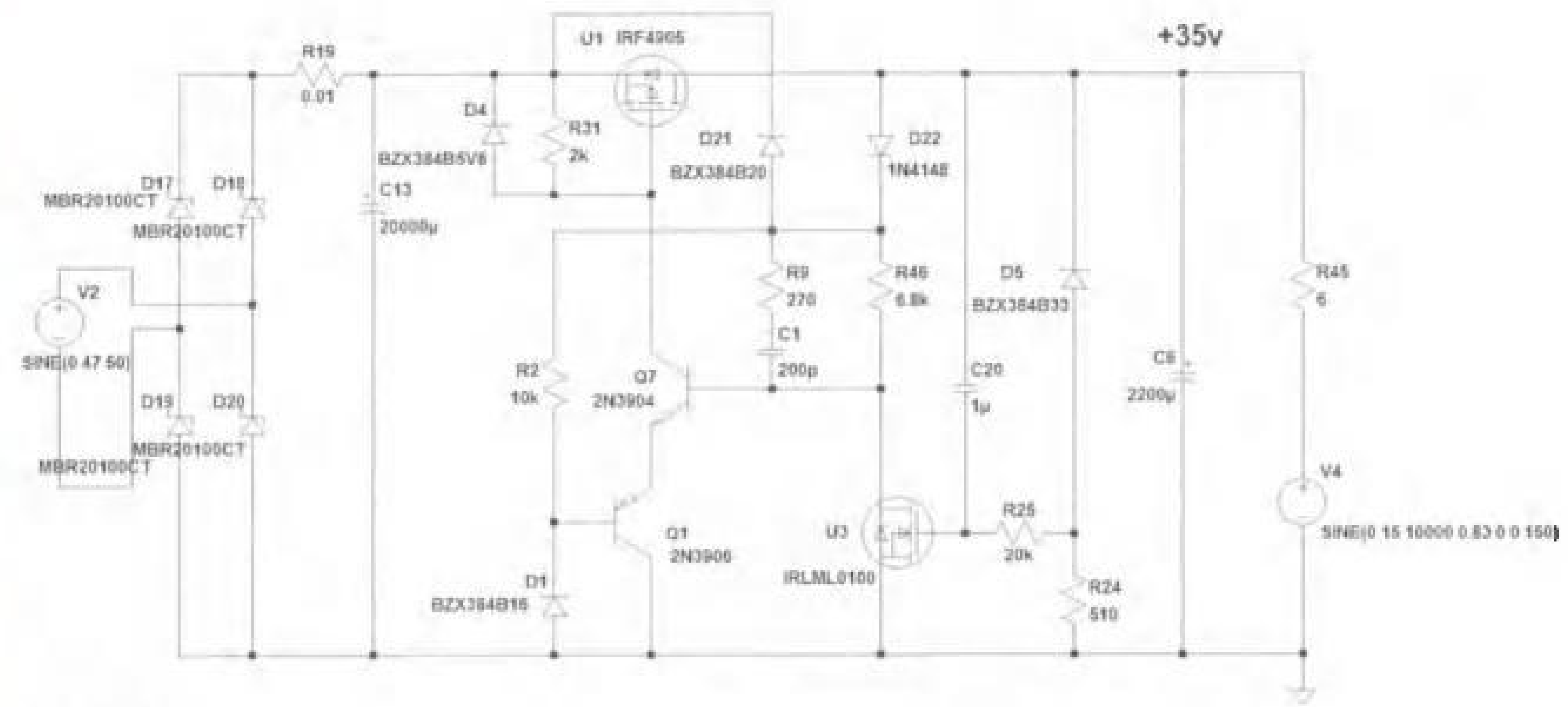


Рис. 6

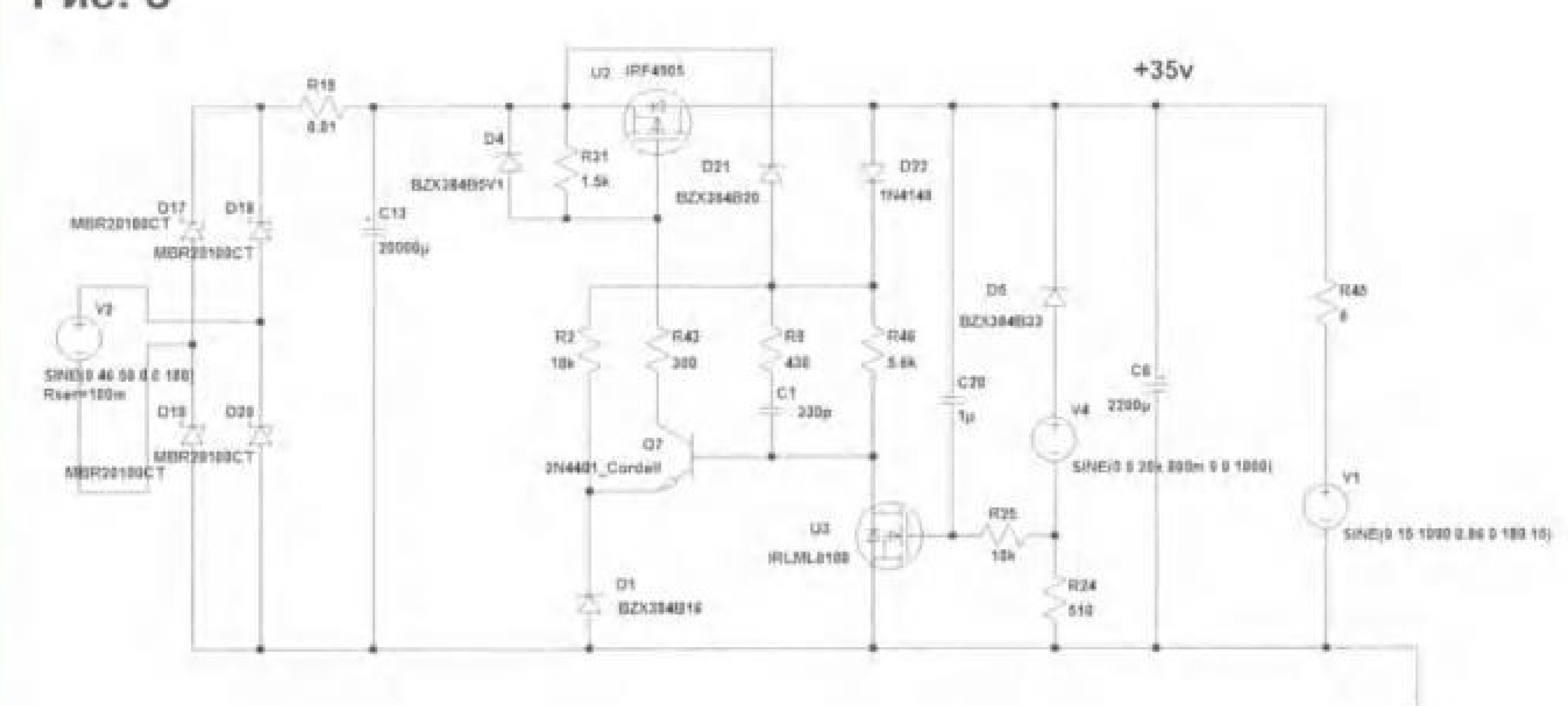


Рис. 7

но подавляет как гармоники выпрямителя с частотой 100, 200, 300 Гц, так и пульсации напряжения при изменении тока нагрузки.

Теперь о недостатках указанной схемы. Для правильной работы дифференциального усилителя на транзисторах Q1, Q7 необходимо, чтобы токи коллекторов этих транзисторов были хотя бы примерно одинаковыми, что обеспечивается правильным выбором сопротивления R1. Они также зависят от напряжения стабилизации стабилитрона D1 и напряжения открывания затвор—исток транзистора U1. В общем случае требуется подбор этого сопротивления.

Поэтому следующей итерацией схемы стало преобразование классического дифференциального усилителя в так называемый последовательный дифференциальный усилитель на транзисторах разной структуры (**рис. 6**). Коллекторные токи $I_к$ транзисторов Q1 и Q7 одинаковы и определяются напряжением открывания $U_{зи}$ транзистора U1 и резистором R31: $I_к = U_{зи}/R31$. Режим каскада по постоянному току устанавливается автоматически. Параметры после такой модификации практически не изменяются и соответствуют выше указанным. При этом нет необходимости в каких-либо регулировках.

Рис. 9

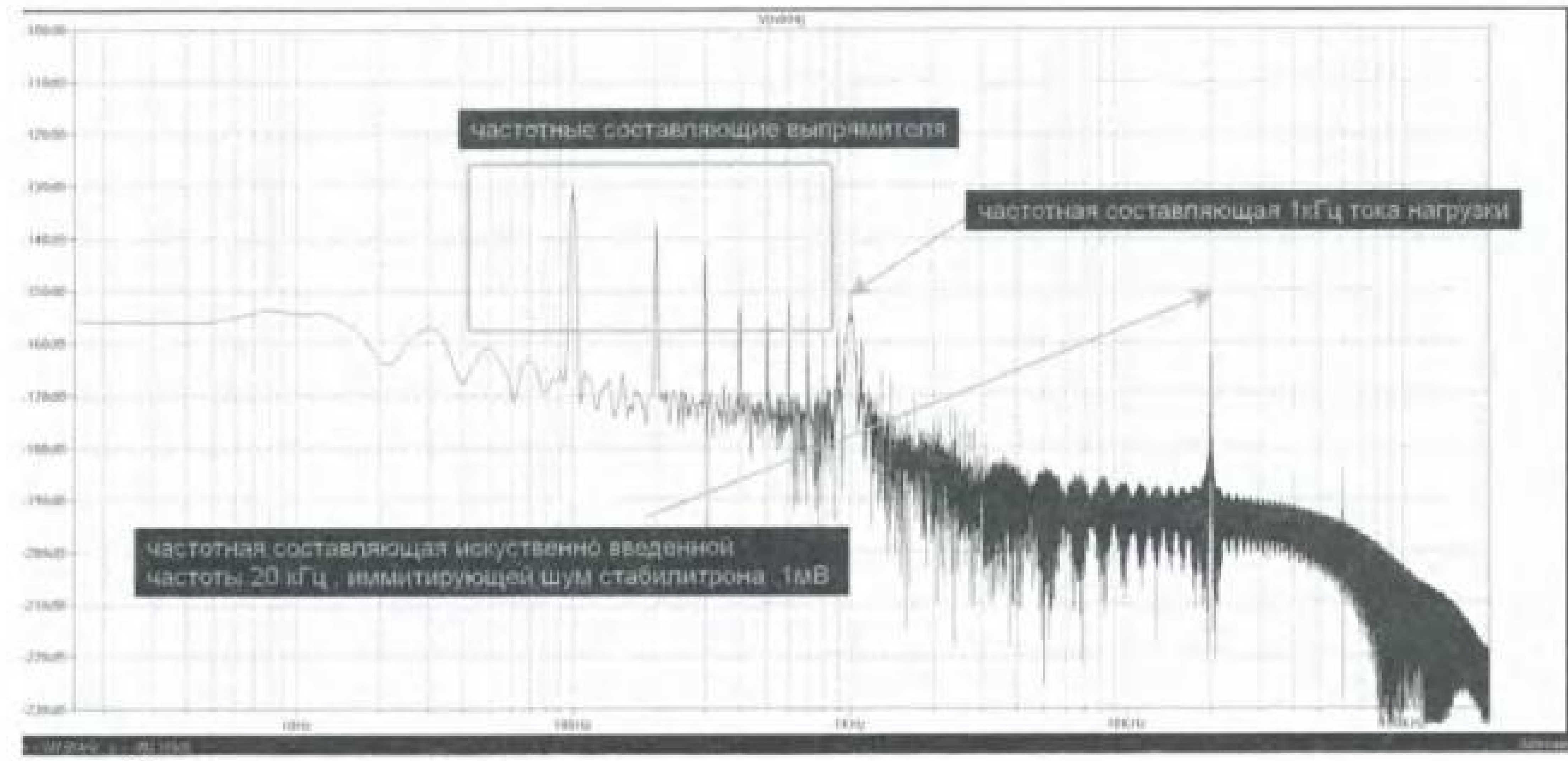
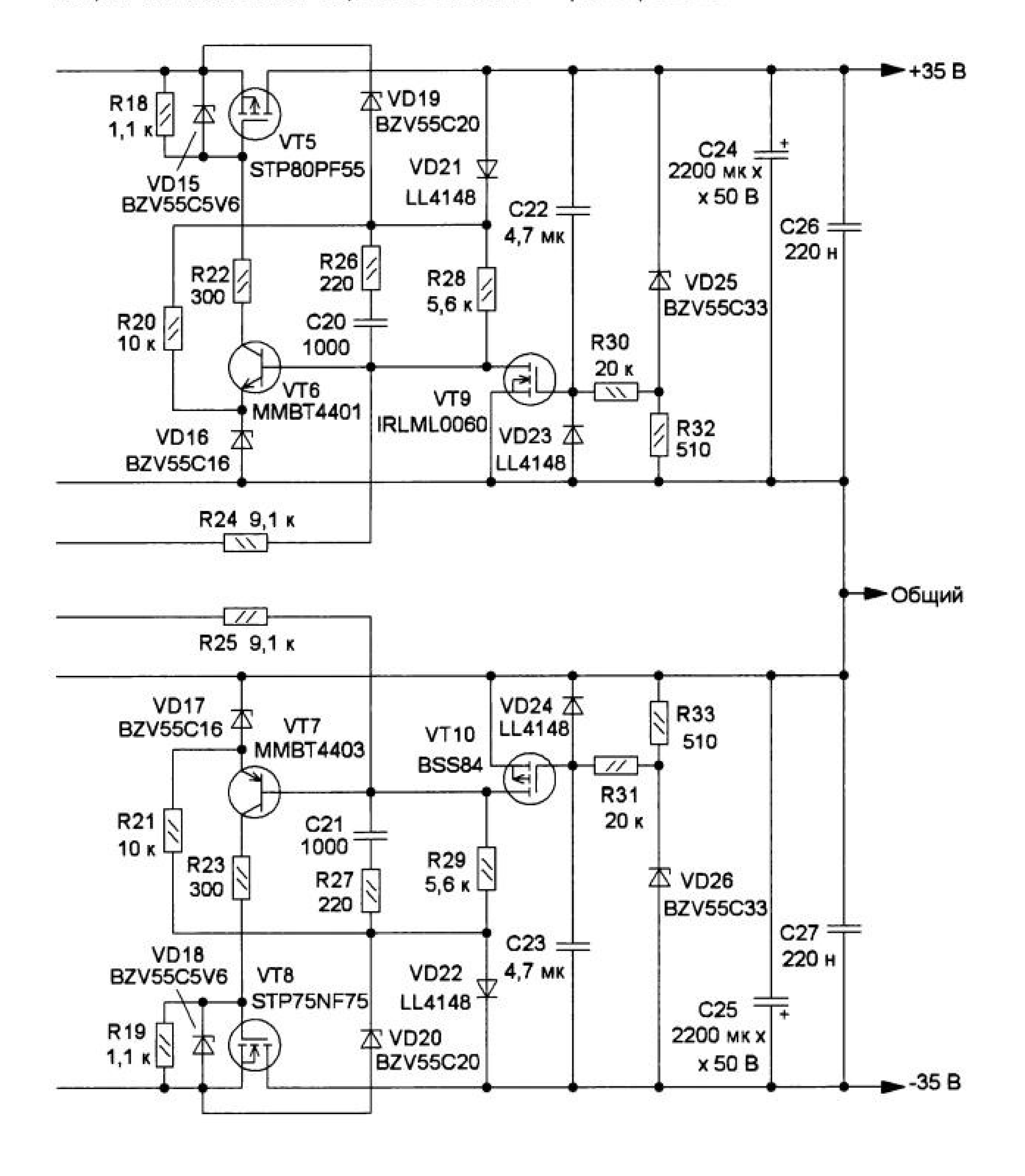


Рис. 8

Теперь, если посмотреть внимательно, транзистор Q1 тоже можно исключить из схемы, упростив её. Этот транзистор стабилизирует напряжение на эмиттере транзистора Q7 и соответственно напряжение на базе этого транзистора, а также на стоке транзистора U3. В результате получим схему, показанную на **рис. 7**. На ней присутствует источник напряжения V4 в цепи стабилитрона — это имитация напряжения шумов стабилитрона. В реальной схеме его, конечно же, нет. В симуляции он позволяет оценить степень подавления шумов фильтром C20R25. Эффективность фильтра очень высокая, при замыкании резистора R25 шумы на выходе стабилизатора возрастают более чем в 25 раз. Дополнительно в схему введён резистор R43, он нужен для ограничения тока коллектора транзистора Q7 в момент кратковременного переходного процесса при включении стабилизатора. За счёт низкого дифференциального сопротивления стабилитрона D1 напряжение на эмиттере транзистора Q7 жёстко зафиксировано.



Параметры стабилизатора в симуляторе получились даже лучше, чем у предыдущих двух вариантов. Спектральные составляющие выходного напряжения нагруженного стабилизатора показаны на **рис. 8**. Составляющие спектра частотой 100, 200, 300 Гц подавлены до уровня −130 dB. Составляющая спектра 1 кГц от переменной токовой нагрузки — до уровня −147 dB. Составляющая с частотой 20 кГц шума стабилитрона подавлена до уровня −145 dB.

Конечно, параметры стабилизатора, полученные в симуляторе, далеко не всегда воплощаются в реальной конструкции. Но если даже предположить ухудшение параметров в реальности в несколько раз или даже более, то всё равно параметры должны получиться очень хорошими.

Следует отметить, что стабилизатор не претендует на суперпрецизионное устройство. Выходное напряжение будет зависеть от температуры окружающей среды, так как от температуры зависит как напряжение опорного стабилитрона D5, так и напряжение открывания затвор—исток полевого транзистора U3. Анализ модели показывает, что при изменении температуры от 10 до 80 °С выходное напряжение изменялось на 60 мВ. При этом подавление пульсаций будет на высоком уровне, что, в общем, и требуется, в первую очередь, при питании УМЗЧ.

Пару слов о назначении стабилитрона D4. Он обеспечивает ограничение тока стока регулирующего транзистора на безопасном для него уровне. При КЗ в цепи нагрузки без этого стабилитрона (при насыщении транзистора Q7) напряжение затвор—исток доходит до 20...25 В. При максимальном токе нагрузки 8 А напряжение затвор—исток в процессе регулирования не превышает 4,5 В. Если стабилитрон D4 будет с напряжением стабилизации 4,7...5,1 В, он никогда не откроется и не будет влиять на работу стабилизатора. Но при увеличении тока нагрузки стабилитрон ограничит напряжение на затворе U1 и тем самым не даст открыться транзистору до насыщения и ограничит ток стока. Так, при напряжении затвор—исток 4,7 В ток стока транзистора IRF4905 будет 12...18 А. Этот стабилитрон подбирают экспериментально.

Так как регулирующий транзистор включён по схеме с общим истоком, стабилизатор может работать при минимальном напряжении между выходом выпрямителя и выходом стабилизатора 0,5...1 В и, соответственно, с небольшой рассеиваемой мощностью.

На основе схемы, показанной на рис. 7, был разработан и реализован в "железе" двухполярный стабилизатор на напряжение ±35 В с максимальным выходным током 8 А. Стабилизатор имеет токовую триггерную защиту от перегрузки, с выключением обоих плеч стабилизатора при срабатывании защиты в любом плече. Напряжение шумов выходного напряжения — не более 1,5 мВ. Размах пульсаций напряжения на выходе стабилизатора при переменной токовой нагрузке с частотой от 50 Гц до 20 кГц и током 0,5...6 А, измеренный на клеммах

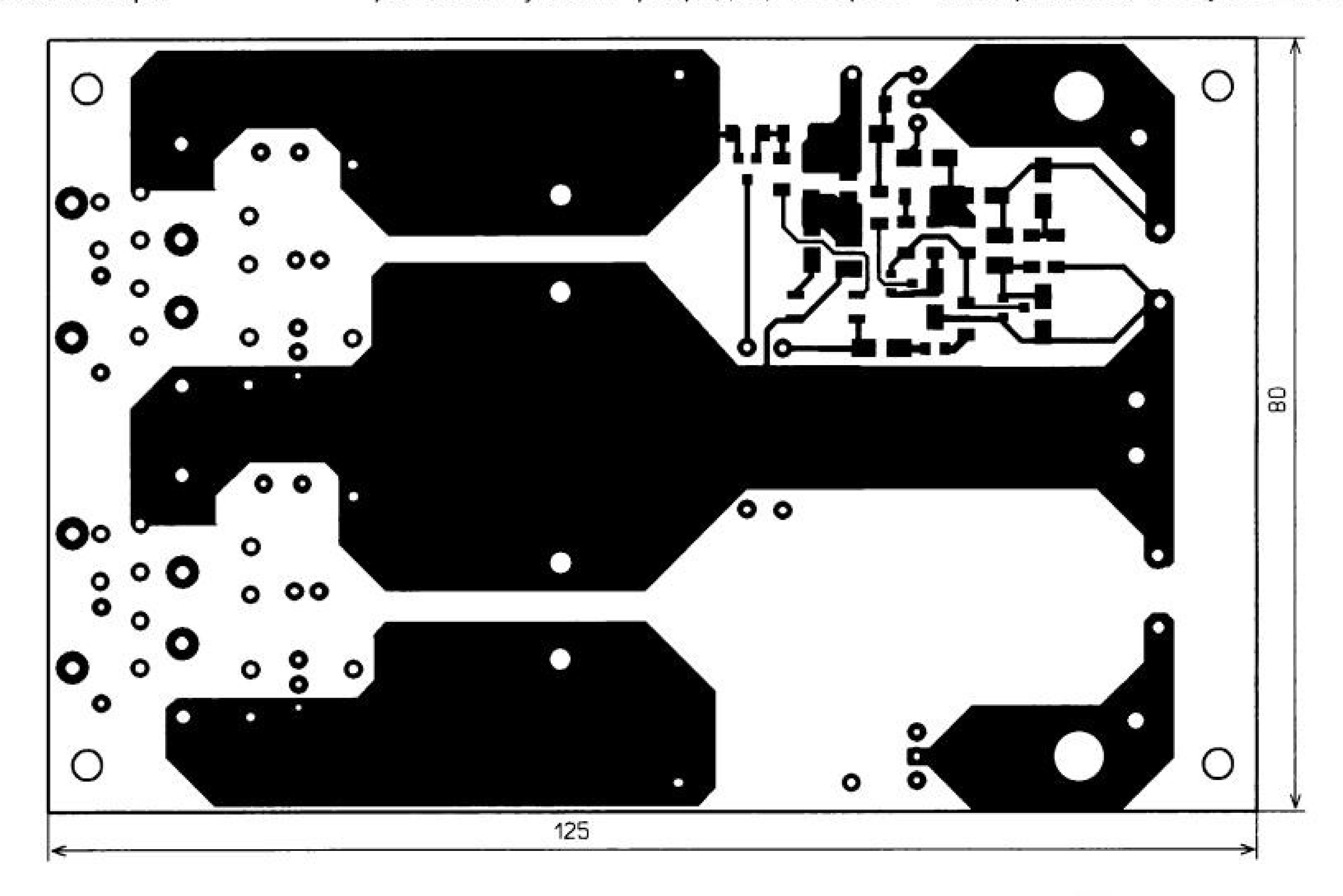
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

выходного конденсатора, — не более 4,5 мВ. Напряжение пульсаций с частотой 100 Гц после выпрямителя на выходе стабилизатора находится ниже уровня шумов стабилизатора. Схема этого стабилизатора приведена на **рис. 9**.

Минусовое плечо стабилизатора собрано по аналогичной схеме, что и плюсовое, только с использованием транзисторов другой структуры по отношению к плюсовому плечу стабилизатора. Дополнительно в схему введены защитные диоды VD23 и VD24, установленные в цепь затвора транзисторов VT9 и VT10. Они защищают затворы от пробоя высоким напряжением при срабатывании защиты стабилизатора.

Работает стабилизатор следующим образом. Питается стабилизатор от двух независимых вторичных обмоток понижающего трансформатора (на схеме не показан) соответствующей мощности. Переменное напряжение вторичных обмоток поступает на выпрямительные узлы, выполненные на диодных мостах VD1 и VD2 (GBJ2501), выпрямленное напряжение сглаживают конденсаторы C15 и C16. Постоянное напряжение 45 В (без нагрузки) поступает на узлы разрядки этих конденсаторов, далее — на узлы токовой триггерной защиты и, собственно, на стабилизаторы.

Задача разрядки конденсаторов C15 и C16 при выключении стабилизатора решается узлами разрядки, которые собраны по одинаковым схемам на транзисторах VT1, VT2. Рассмотрим, как она работает для плюсового плеча. При включении питания на конденсатор C11 через диоды VD3, VD4 поступает пульсирующее минусовое напряжение с вторичной обмотки трансформатора и сглаживается этим конденсатором. Одновременно через резистор R3 поступает напряжение плюсовой полярности. В результате напряжение на конденсаторе C11 будет близко к нулю, поэтому транзистор VT1 закрыт и остаётся закрытым на протяжении всего времени, пока на устройство подано переменное напряжение питания. При выключении питания диоды VD3 и VD4 закрываются, и напряжение, поступающее на затвор



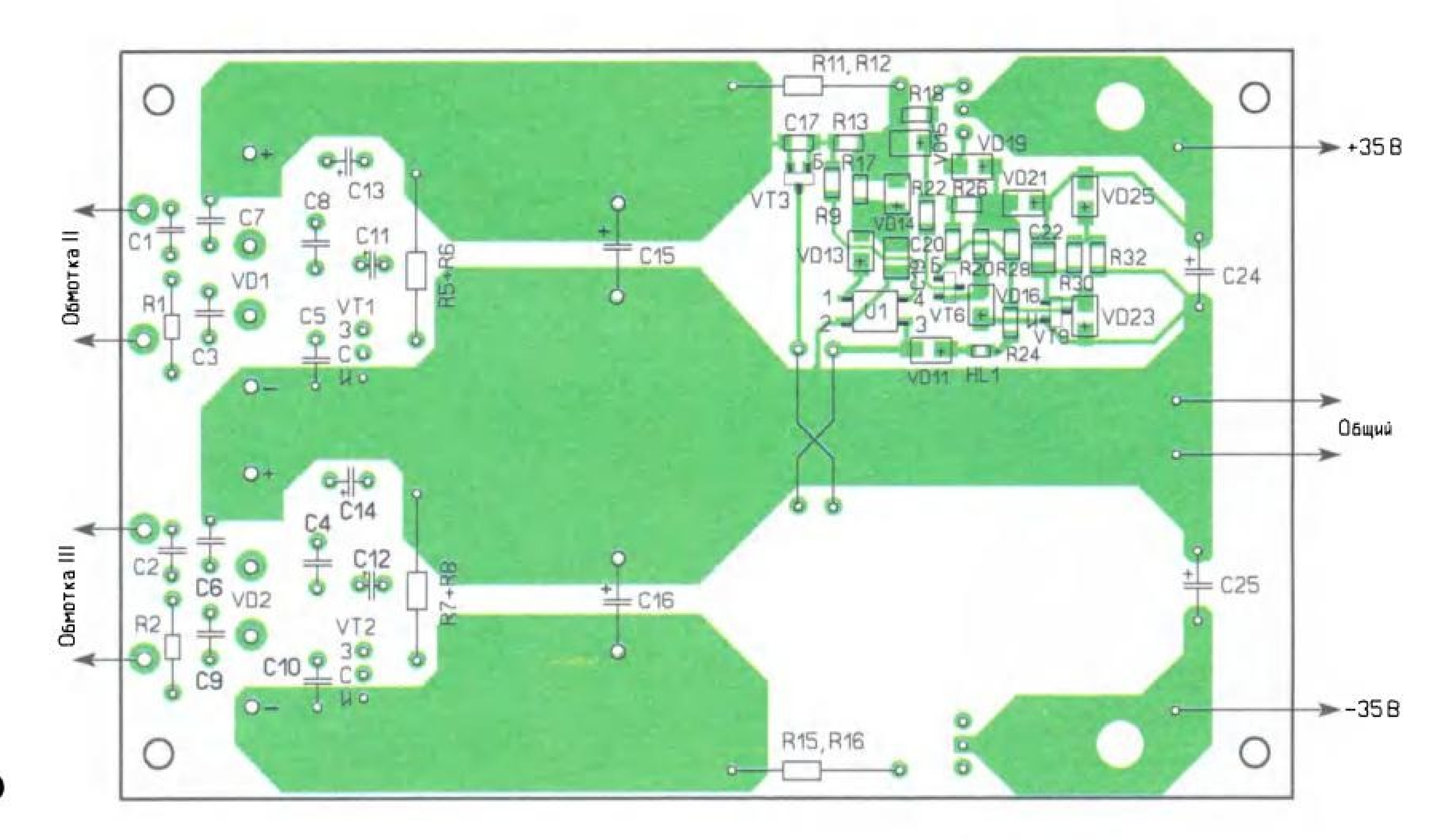


Рис. 10

транзистора VT1 через резистор R3, возрастает до напряжения стабилизации стабилитрона VD9. Этот транзистор открывается, и через резисторы R5, R6 происходит разрядка конденсатора C15. Время разрядки — 10...12 с. Пиковое значение разрядного тока — 780 мА.

На транзисторах VT3 и VT4 собран триггерный узел защиты по току, общий для обоих каналов. Датчиками тока являются параллельно соединённые резисторы R11, R12 и R15, R16. Примерно рассчитать ток срабатывания защиты можно по формуле $I_{защ} = 0{,}6/R$, где 0,6 В — напряжение открывания транзисторов VT3, VT4; R — суммарное сопротивление датчика тока. При превышении током порогового значения открывается транзистор VT3, а вслед за ним и транзистор VT4. Напряжение через цепь диод VD11 (VD12), светодиод HL1 (HL2) и резистор R24(R25) запирает транзисторы VT6 (VT7) стабилизаторов и соответственно регулирующие транзисторы VT5 (VT8). Ток (около 6 мА), протекающий через светодиоды HL1 и HL2, вызывает их свечение, сигнализируя о срабатывании защиты. Конденсаторы C17(C18) совместно с резисторами R13(R14) образуют RC-фильтры нижних частот, которые повышают помехоустойчивость узла защиты.

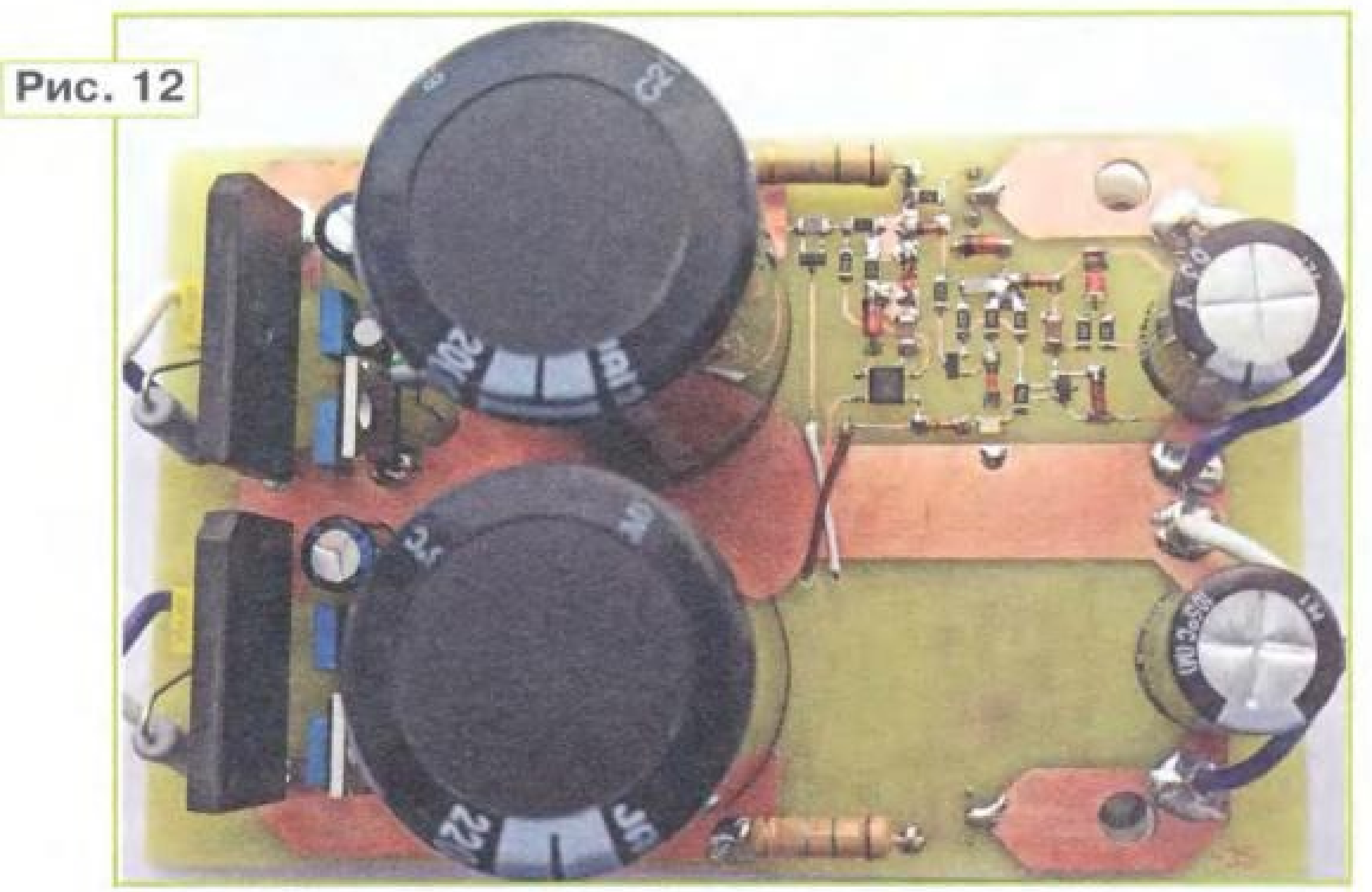
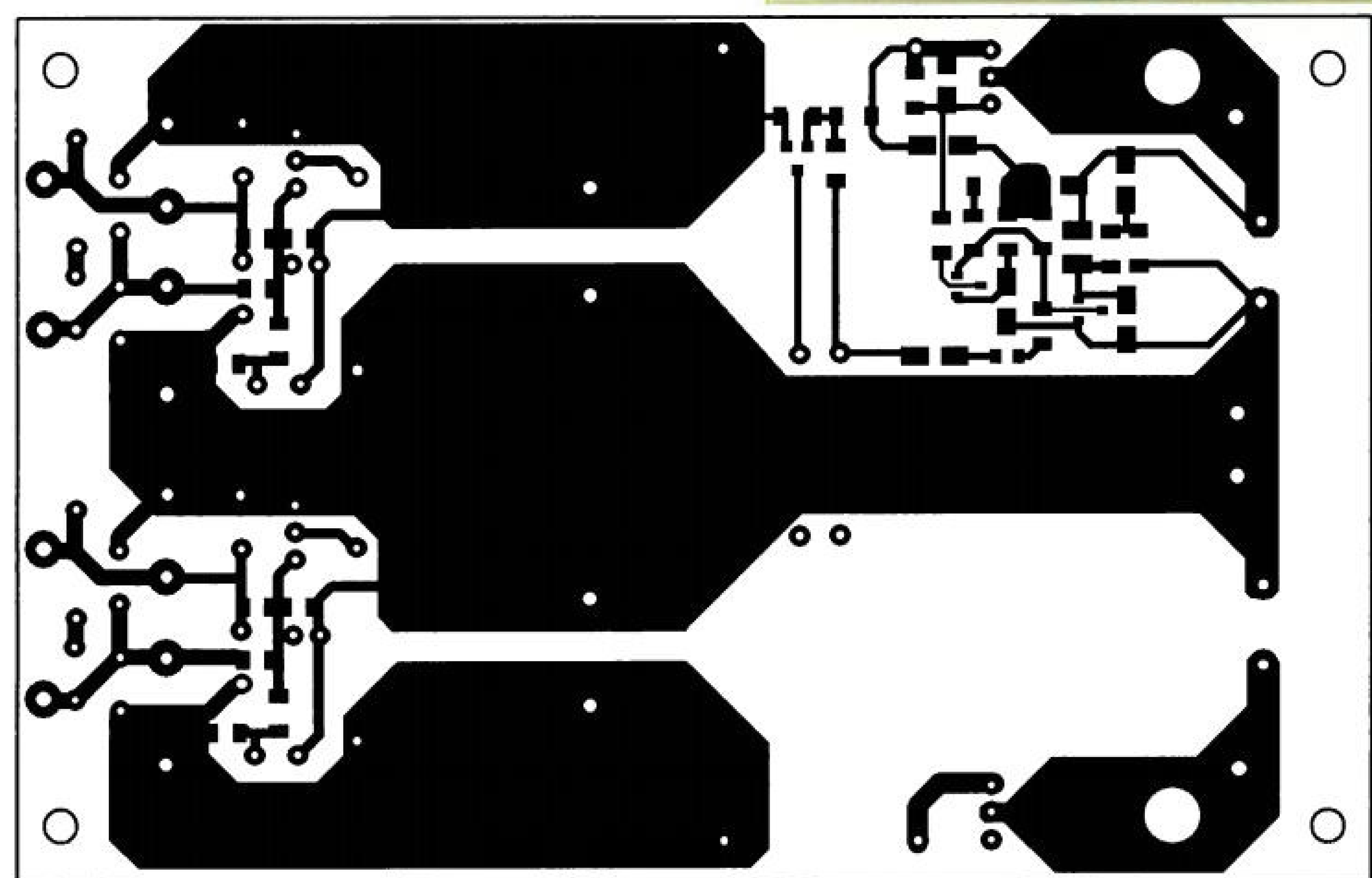


Рис. 12



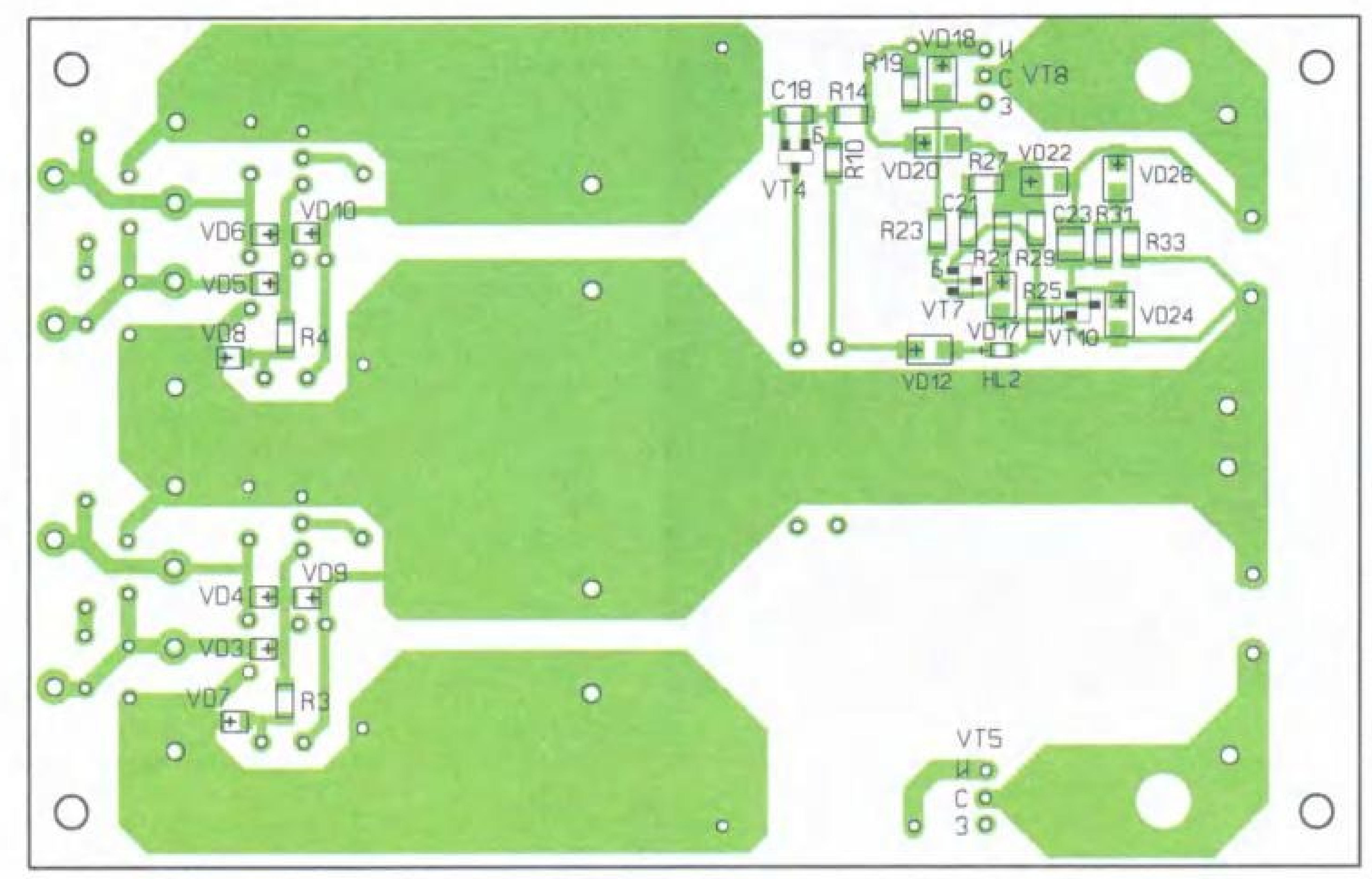


Рис. 11

При включении макета стабилизатора было отмечено срабатывание защиты. При детальном рассмотрении выявилось, что в течение первых 25 мс ток зарядки конденсаторов C24, C25 через открытые транзисторы VT5(VT8) превышал пороговое значение тока защиты и приводил к её срабатыванию. В связи с этим была введена цепь блокировки срабатывания защиты на элементах R17, VD13, VD14, C19 и оптореле U1. Оптореле разрывает на короткое время цепь положительной обратной связи триггерной ячейки. После истечения 40 мс функции защиты по току восстанавливаются. Для выключения сработавшей защиты необходимо выключить питание всего устройства.

Стабилизатор собран на двухсторонней печатной плате размерами 80×125 мм из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Желательно, чтобы толщина медного покрытия была не менее 70 мкм. Регулирующие полевые транзисторы смонтированы с нижней стороны платы через изолирующие прокладки и через отверстия в плате закреплены на тепло-

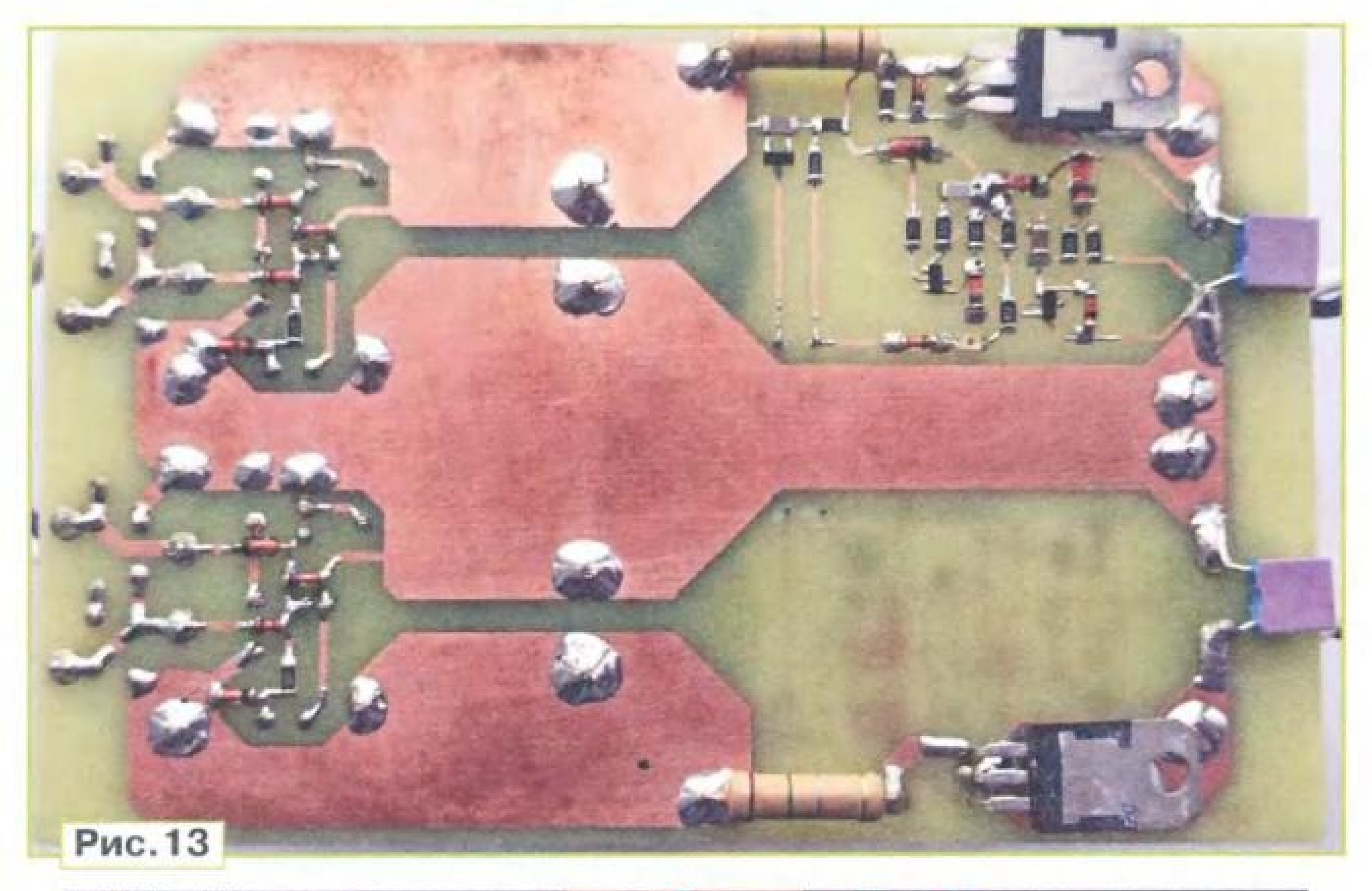


Рис. 13

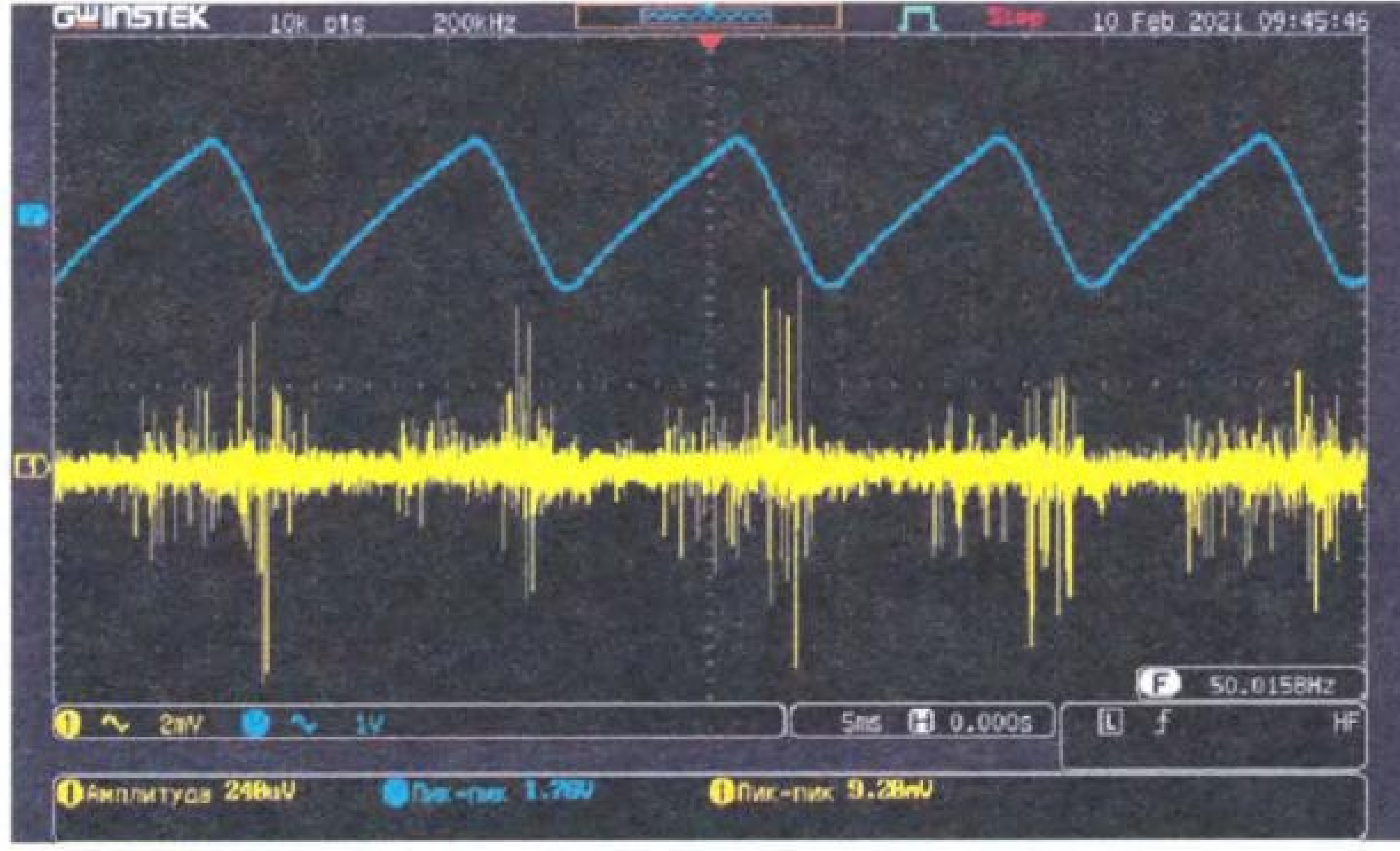


Рис. 14

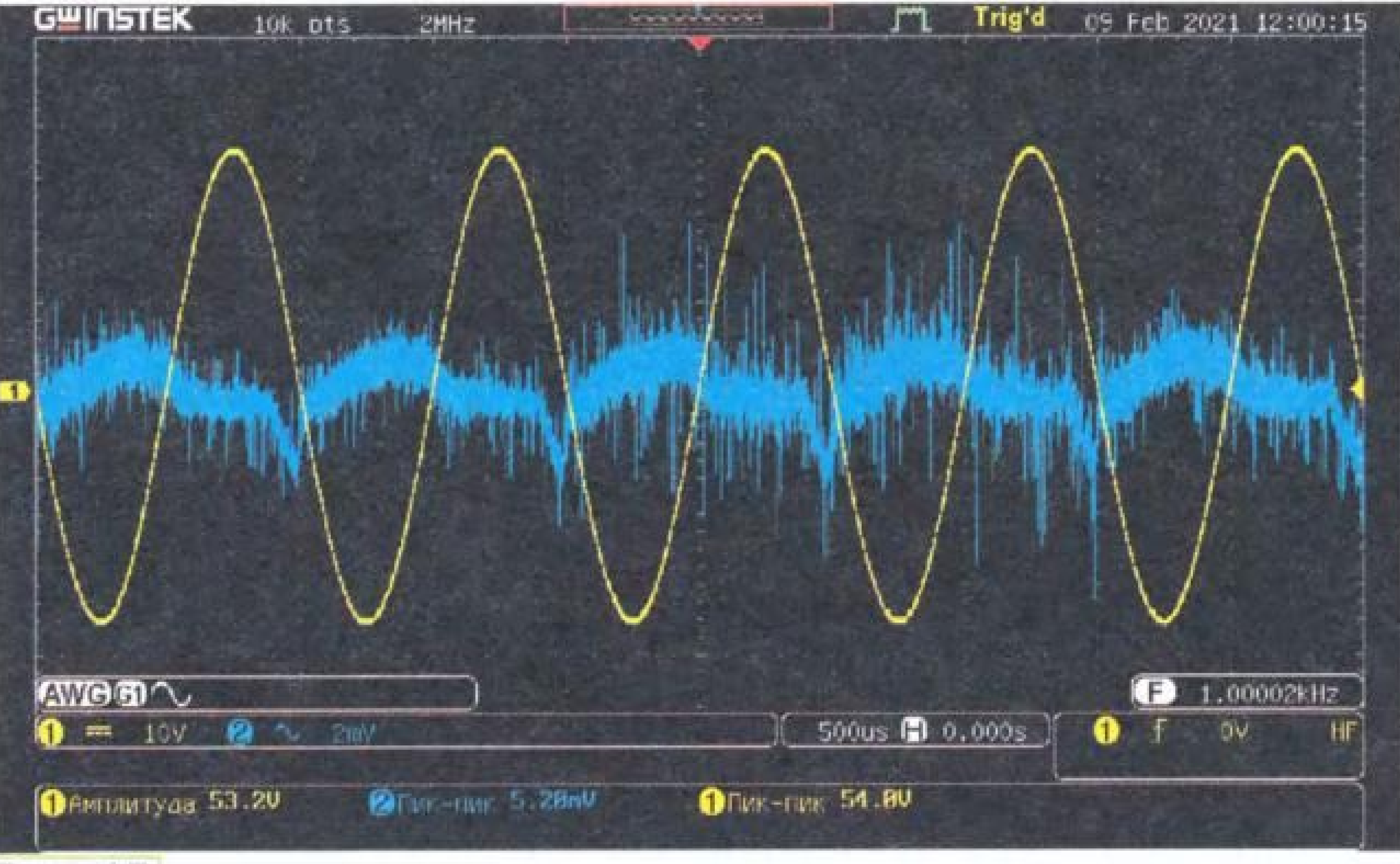


Рис. 15

отводе. Плата разрабатывалась с учётом применения элементов для поверхностного монтажа. Большая часть выводных деталей смонтирована на верхней стороне платы.

Чертёж верхней стороны платы с расположением элементов показан на **рис. 10**, а чертёж нижней стороны — на **рис. 11**. Элементы стабилизатора плюсового плеча стабилизатора смонтированы на верхней стороне платы, минусового — на нижней. Конденсаторы С26 и С27 припаяны непосредственно к выводам конденсаторов С24, С25. Резисторы датчиков тока защиты распаивают с двух сторон печатной платы.

Никаких особых требований к деталям стабилизатора не предъявляется. Резисторы используются типоразмера 1206, рассеиваемая мощность — 0,25 Вт. Керамические конденсаторы на напряжение 50 В тоже типоразмера 1206. Конденсаторы С20, С21 должны обладать минимальным пьезоэлектрическим эффектом, он может быть качественным керамическим. Резисторы R5, R6 и R7, R8 можно заменить одиночными резисторами мощностью рассеивания 2 Вт и сопротивлением 51 Ом.

Транзисторы VT3, VT4 должны быть высоковольтными с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 80...100 В, можно применить транзисторы BSS63 (VT3) и BSS64 (VT4). Транзисторы VT1, VT2 — любые МОП-транзисторы с допустимым током стока не менее 2 А и напряжением исток—сток не менее 50 В. Транзистор VT5 может быть следующих типов: STP80PF55, IRF4905, IRF5305, а транзистор VT8 — STP75NF75, IRF1405, IRF1010. Транзистор IRLML0060 можно заменить транзисторами IRLML0100, BSS138, BSS123, 2N7002, а транзистор BSS84 — транзисторами BSS83, IRLML9303. Стабилитроны — в корпусе mini melf серии BZV84 или серии 1N47XX в корпусе melf, на указанное напряжение мощностью 0,5 или 1 Вт. Оксидные конденсаторы — с номинальным напряжением 50...63 В. Транзисторы VT5, VT8 должны быть установлены на теплоотводы с возможностью рассеивания 30 Вт от каждого.

Налаживания стабилизатор практически не требует. Но рекомендуется придерживаться следующей последовательности сборки. Сначала распаять элементы выпрямителя с конденсаторами фильтров и схему их разрядки. После чего нужно проверить работу этих узлов, подав напряжение с трансформатора питания. На конденсаторах фильтра должно быть напряжение около 45 В. При снятии переменного напряжения напряжение на конденсаторах должно уменьшиться до 2...3 В примерно за 10 с. Далее распаивают остальные детали. Включают стабилизатор и с помощью мультиметра контролируют выходное напряжение — оно должно быть в пределах 35±1 В. Если напряжения в каналах сильно различаются, необходимо подобрать и заменить стабилитроны VD25, VD26. Но обычно оно различается не более чем на 0,1...0,2 В. С помощью осциллографа необходимо проверить отсутствие самовозбуждения стабилизатора при различных токах нагрузки. Далее проверяют срабатывание системы защиты, для этого сначала к одному выходу стабилизатора подключают сопротивление 3,9 Ом (ток нагрузки — около 9 А), должны загореться светодиоды HL1 и HL2 и закрыться транзисторы VT5, VT8. Аналогично проверяют второй выход стабилизатора.

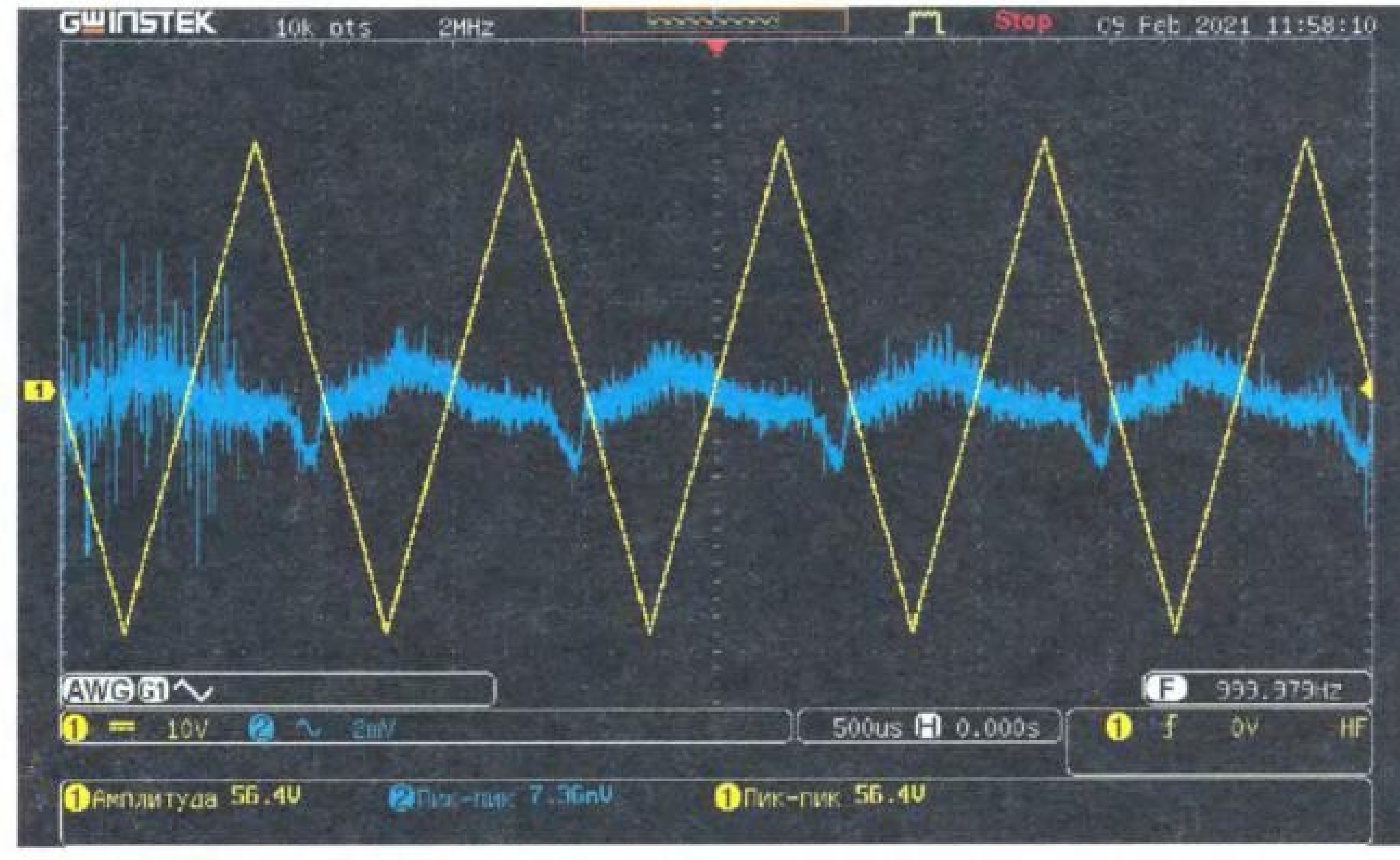


Рис. 16

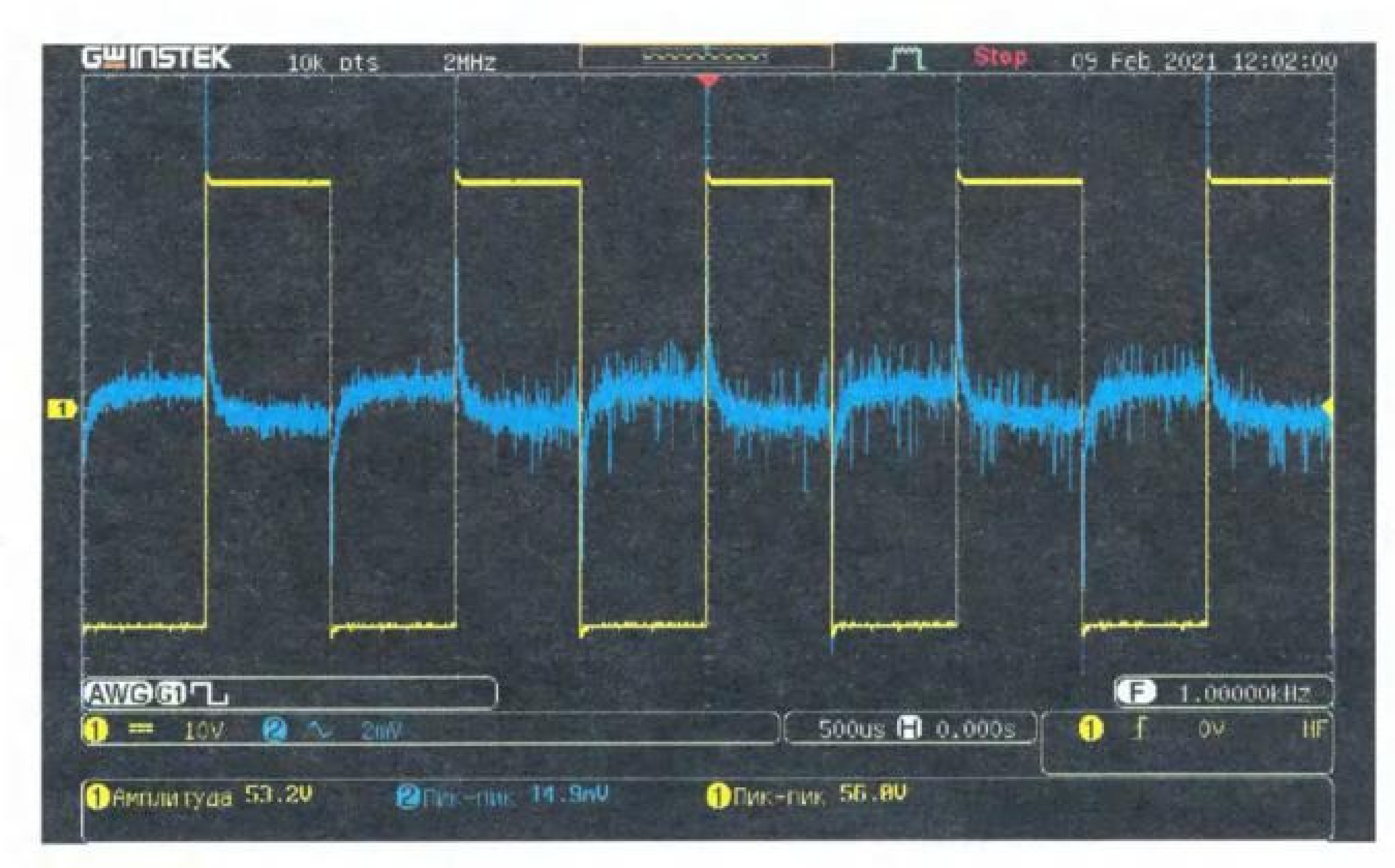


Рис. 17

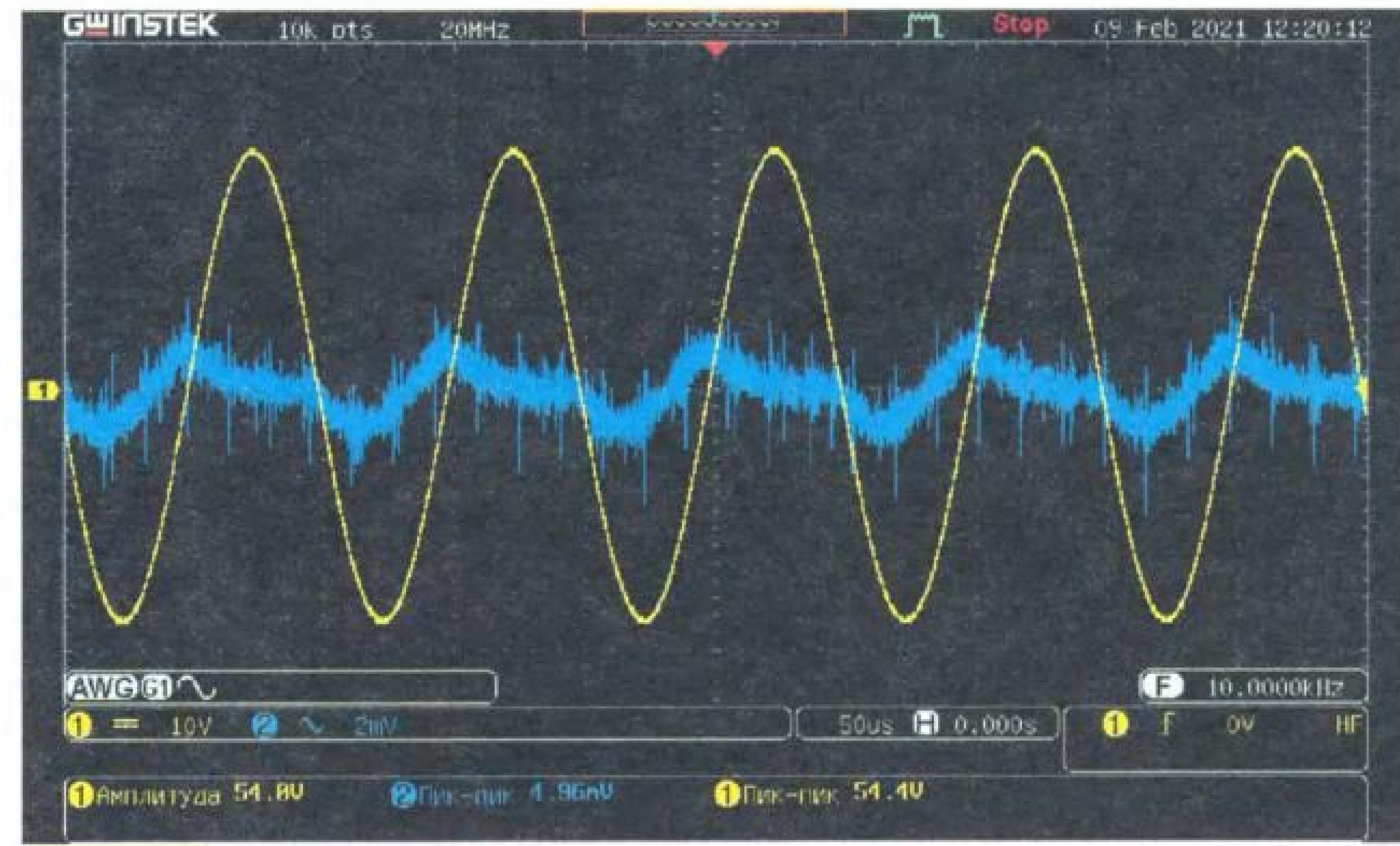


Рис. 18

Следует учесть просадку выходного напряжения выпрямителя при максимальном токе нагрузки. Трансформатор питания должен соответствовать мощности используемой нагрузки. Минимальное напряжение между истоком и стоком (в пике потребляемого тока) силового транзистора не должно опускаться ниже 0,5 В. При таком условии параметры стабилизатора соответствуют заявленным. У автора при питании от трансформатора мощностью 200 Вт просадка напряжения на конденсаторе C15 при токе нагрузки 5 А достигала 8...9 В, а пульсации напряжения на нём достигали 2 В. Внешний вид смонтированной платы стабилизатора показан на **рис. 12** и **рис. 13**.

Далее на рисунках показаны осциллограммы работы стабилизатора при различной нагрузке. К стабилизатору был подключён УМЗЧ с нагрузкой сопротивлением 4,7 Ом. На плате УМЗЧ установлены ёмкости 6600 мкФ в каждом плече. Максимальный ток нагрузки (амплитудное значение) — 5,7 А. Полоса пропускания осциллографа ограничена частотой 20 МГц.

На **рис. 14** показаны формы напряжения на входе и выходе стабилизатора при постоянном токе нагрузки 5,6 А. Синий луч — пульсации на входе стабилизатора с частотой 100 Гц, размах пульсаций — 1,8 В.

На **рис. 15** показаны напряжения синусоидальной формы на выходе усилителя и пульсации на выходе стабилизатора при амплитуде тока нагрузки 5,6 А частотой 1 кГц. Синий луч — на выходе стабилизатора, жёлтый — на выходе усилителя.

На **рис. 16** показаны напряжения на выходе усилителя для сигнала треугольной формы частотой 1 кГц (жёлтый цвет) и на выходе стабилизатора при амплитуде тока нагрузки 5,6 А.

На **рис. 17** показаны напряжения на выходе усилителя для сигнала прямоугольной формы частотой 1 кГц (жёлтый цвет) и на выходе стабилизатора при амплитуде тока нагрузки 5,6 А.

На **рис. 18** показаны напряжения синусоидальной формы на выходе усилителя и пульсации на выходе стабилизатора при токе нагрузки 5,6 А частотой 10 кГц. Синий луч — на выходе стабилизатора, жёлтый — на выходе усилителя.

Из осциллограмм можно сделать вывод о высоком быстродействии стабилизатора и об очень низком выходном сопротивлении в широкой полосе частот. Также нужно учесть, что пульсации на шинах подключённого к стабилизатору устройства могут быть значительно выше из-за влияния сопротивления соединяющих проводов.

Следует отметить, что схема стабилизатора универсальная и, путём несложного расчёта, может быть легко пересчитана на другие выходные напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Муравцев М.** Стабилизированный блок питания УМЗЧ. — Радио, 2017, № 2, с. 25—27; № 3, с. 17—19; № 4, с. 22—24.

2. Система схемотехнического моделирования LTspice IV. — URL: **http://zpostbox.ru/ltspice.html** (12.02.21).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

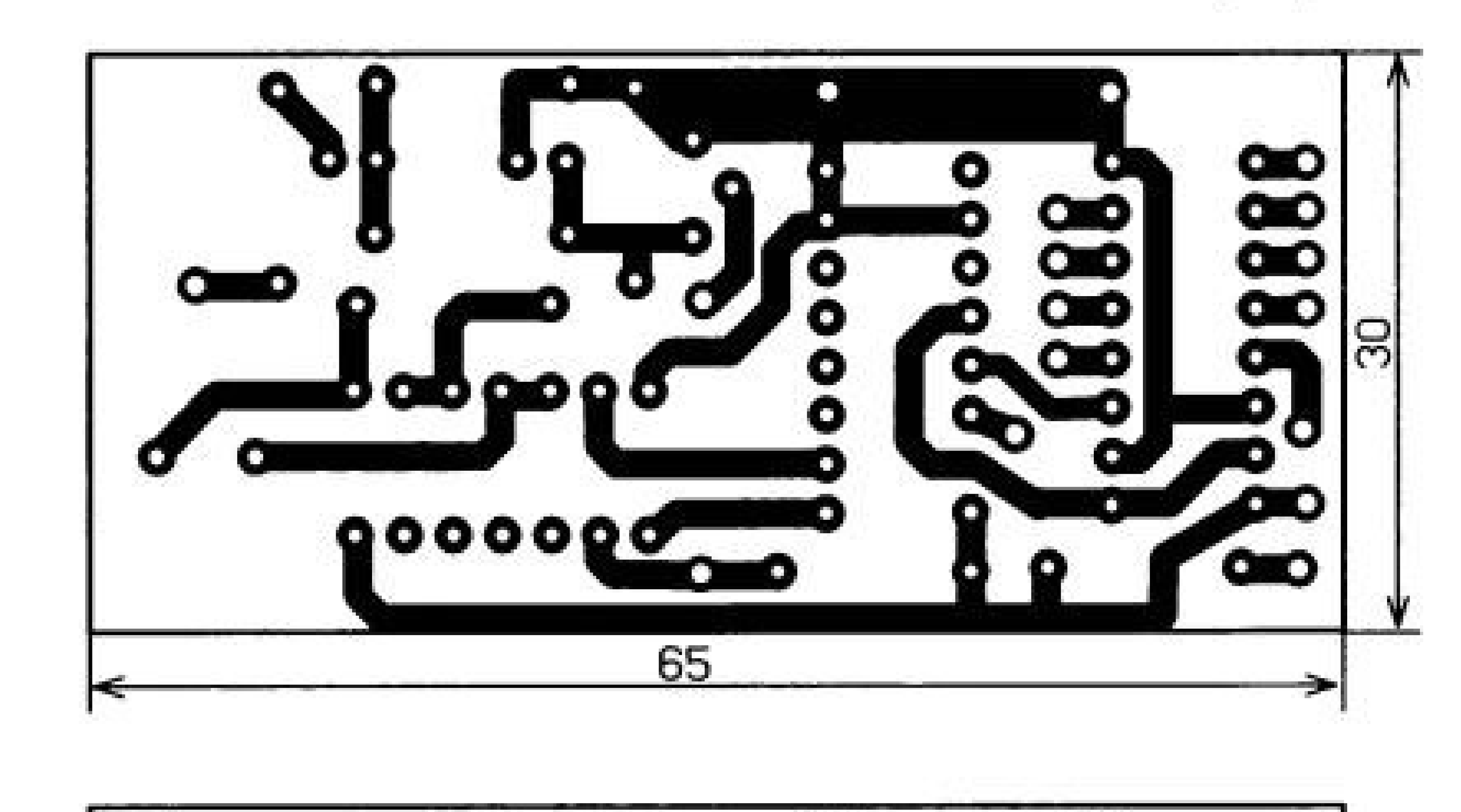
РАДИО®
ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
E-mail: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2021

Р. ШАМСИЕВ. Простое ЦМУ на основе реверсивного счётчика. — Радио, 2020, № 11, с. 59, 60.

Печатная плата

Чертёж печатной платы устройства и размещение на ней элементов показаны на **рис. 1.** Она рассчитана на установку выводных элементов. Оксидный конденсатор — К50-35, постоянные резисторы — МЛТ, С2-23.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/cmu.zip** на нашем FTP-сервере.*



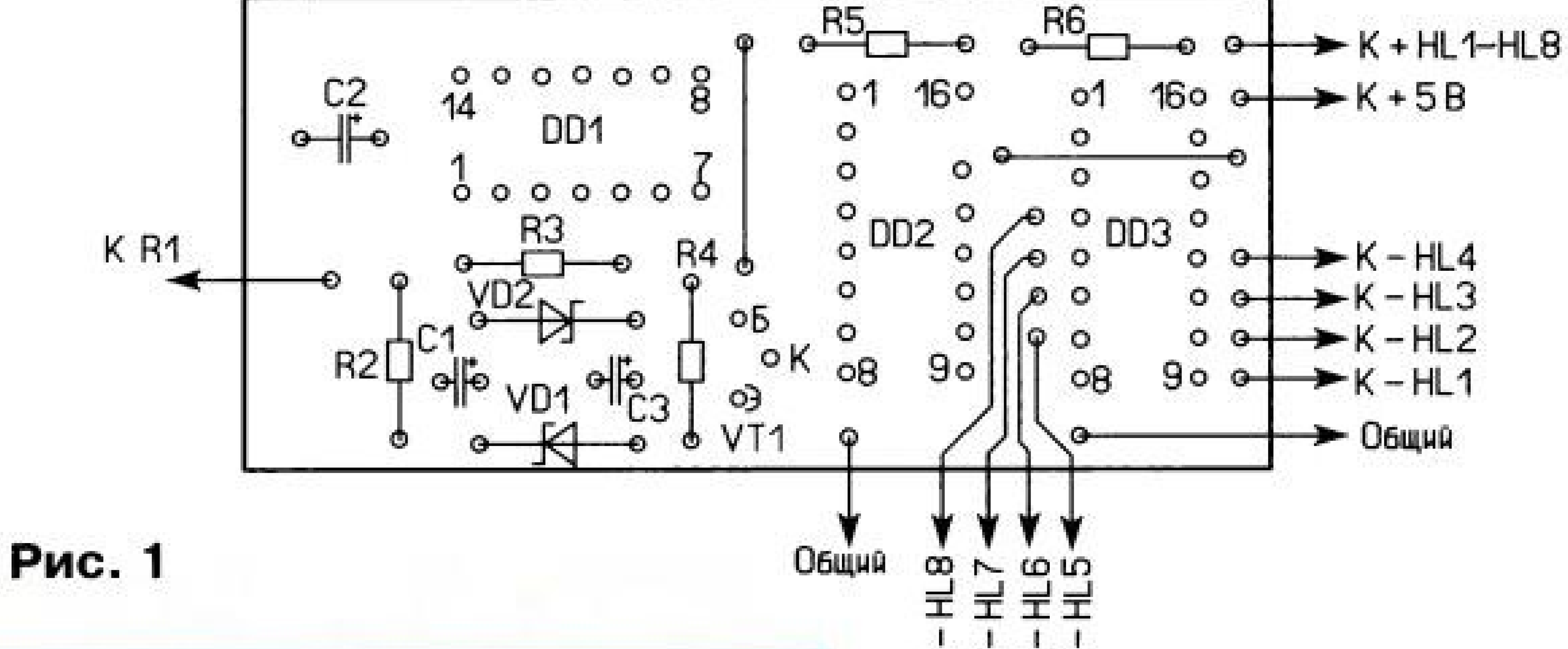
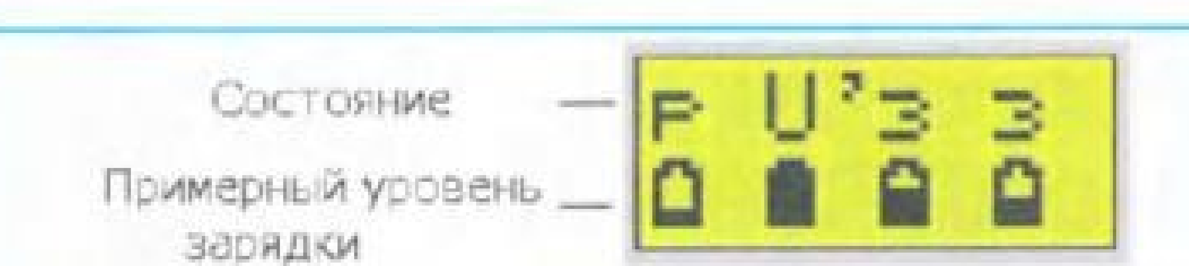
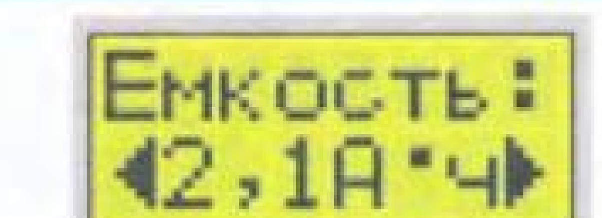


Рис. 1

А. МАЛЫШЕВ. Автоматическое четырёхканальное зарядно-разрядное устройство. — Радио, 2012, № 10, с. 26—28; № 11, с. 19—21.

Для читателей, кто повторил или планирует изготовить это устройство, приводим **таблицу**, в которой приведены символы, выводимые на ЖКИ в разных режимах работы, и их значения. Таблица должна повысить удобство пользования устройством.





В таблице приведены символы, которые могут отражаться на индикаторе

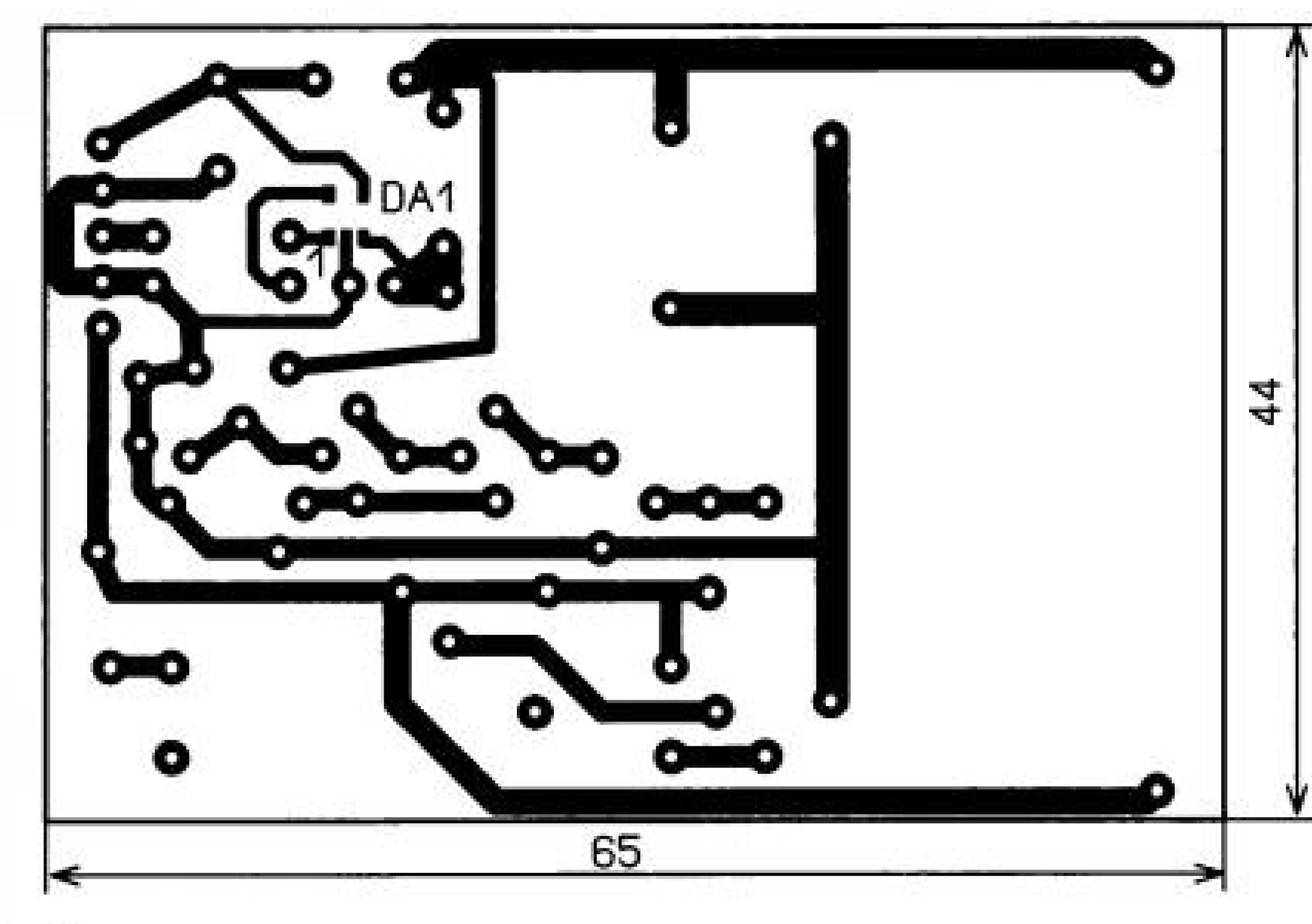
Символ	Значение	Символ	Значение
–	Нет аккумулятора		
Р	Разрядка	U'	Отключение по спаду производной напряжения
⧖	Задержка начала зарядки после завершения разрядки	dU	Отключение по спаду напряжения
П	Предварительная зарядка	d0	Отключение по отсутствию роста напряжения
З	Зарядка	×	Неисправный аккумулятор (напряжение не поднимается выше 1,1 В)
З	Вторая стадия зарядки (алгоритм отключения по производной)	◷	Превышено максимальное время зарядки
○	"Капельная" дозарядка	t°	Отключение по перегреву аккумулятора (t > 45°C)

М. ТКАЧУК. Маломощный ИБП с выходным напряжением 5 В. — Радио, 2021, № 1, с. 19—21.

Печатная плата

Чертёж печатной платы устройства и размещение на ней элементов показаны на **рис. 2.** Она рассчитана на установку выводных элементов. Диоды VD1, VD3 — КД522Б, 1N4148, диод VD2 — 1N5817, оксидные конденсаторы — К50-35, остальные — К73, подстроечный резистор — СП3-19.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/ibp.zip** на нашем FTP-сервере.*



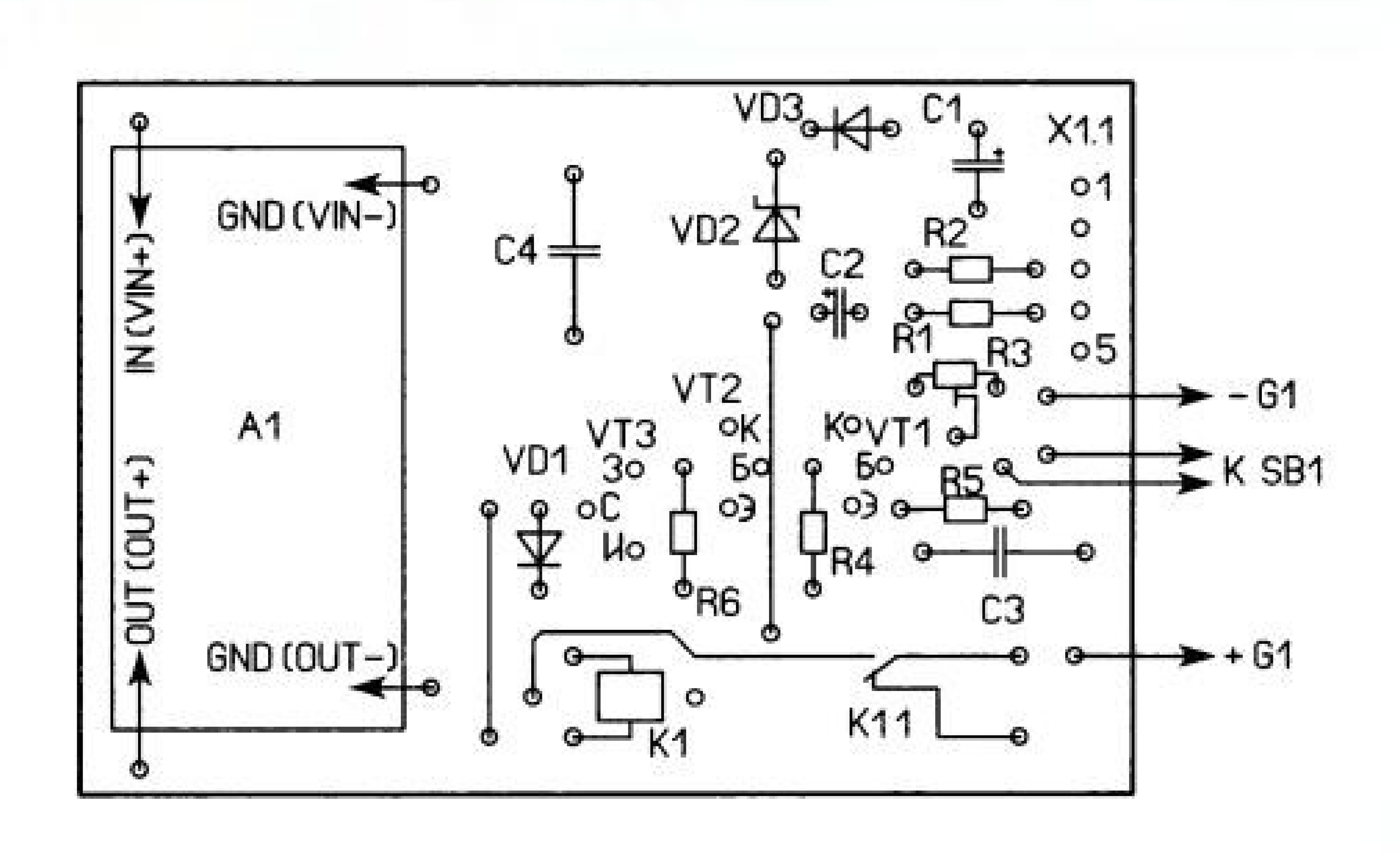
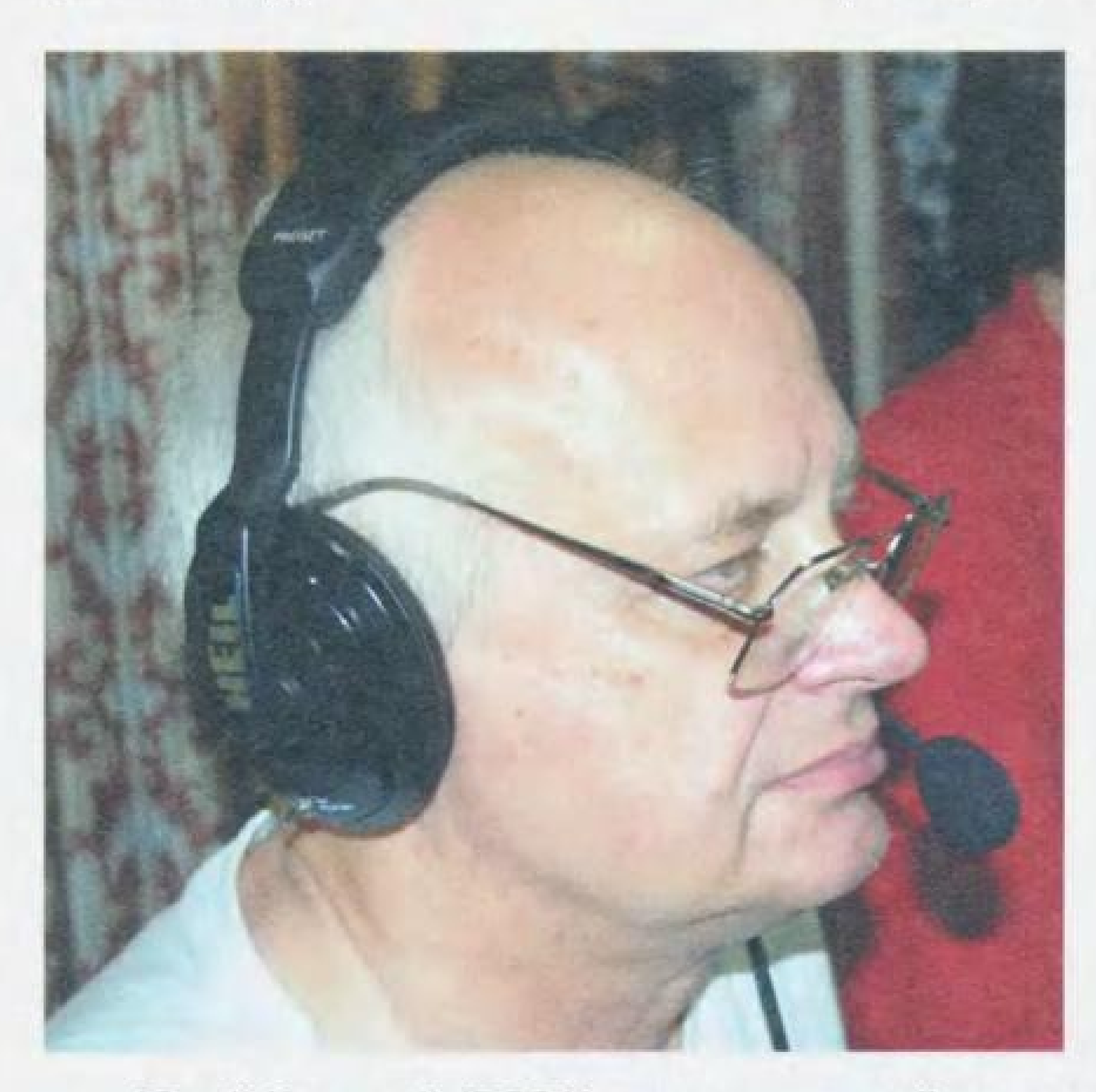


Рис. 2

Итоги
Russian "RADIO" WW RTTY Contest 2020

В 2020 г. в телетайпных соревнованиях, проводимых совместно редакцией журнала "Радио" и Союзом радиолюбителей России, приняли участие около 500 спортсменов. Мы получили 440 отчётов из 62 стран мира (по списку DXCC). Это чуть меньше, чем в прошлом году.



Юрий Куриный (RG9A) показал лучший результат в многодиапазонном зачёте.



Leon Dudicz (SP5DL) — победитель в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц.

В многодиапазонном зачёте, как и в прошлом году, лучшим стал Юрий Куриный (RG9A, г. Челябинск). Виктор Локкер (RA9AU, г. Коркино Челябинской обл.), в прошлом году занявший третье место, на этот раз стал вторым. На третьем месте — Николай Никитюк (EM0I, г. Святогорск Донецкой обл., Украина).

Первое место на диапазоне 21 МГц занял Dragan Arsic (YU1UN) из сербского г. Ужице (Uzice). На втором месте — Eduilio Eugenio de Marino Silva (CX7SS, Villa Serrana, Уругвай). Третье место занял Vuk Brajkovic (YU4VBX) из сербского г. Валево (Valjevo).

На диапазоне 14 МГц первое место, как и в прошлогодних соревнованиях, занял Laszlo Nagy (HG5D) из венгерского г. Кондорош (Kondoros). Второе место — Gyula Draskovits (HG1G) из венгерского г. Апатиштванфальва (Apatistvanfalva). На третьем месте — Karlis Janusevskis (YL2CI), г. Айзпуте (Aizpute), Латвия.

Лучшим на диапазоне 7 МГц, как и в прошлом году, стал Урал Кинзягулов (RU8W, д. Яр-Бишкадак, Башкортостан). Владимир Ляхов (R4KO, г. Тольятти Самарской обл.) занял второе место, третье — Сергей Смагин (R2ABM, г. Москва).

На диапазоне 3,5 МГц победил Leon Dudicz (SP5DL, г. Варшава, Польша). Второе место здесь занял Николай Яковенко (UT5EPP, г. Кривой Рог Днепропетровской обл., Украина), третье — Стефан Тодоров (LZ5XQ) из болгарского г. Бургас.

Первое место среди радиостанций с несколькими операторами заняла команда радиоклуба Tule i Vuzic из хорватского г. Запрешич (9A7T). В составе команды принимали участие Marijo Siranovic (9A5MR) и Zvonimir Mavracic (9A5CB). На втором месте в этой группе — команда коллективной радиостанции RK3DXW из пос. Белоозёрский Московской обл. В составе команды выступали Александр Савельев (RJ3DF) и Фёдор Хомяков (UB3D). На третьем месте — команда YO8KUS радиоклуба Stefan cel Mare R7NV из румынского г. Васлуй, в которой участвовали Angelica Tosu (YO8TAN) и Cristian Tosu (YO8CT).

В группе наблюдателей приняли участие четыре спортсмена. Лучшим



Урал Кинзягулов (RU8W) занял первое место в группе SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц.

был Antonio Iacino (I/05870/MI, г. Колоньо-Монцезе, Италия). Второе место занял Dusan Hanak (OK2-9329, г. Острава, Чехия). На третьем месте — Nandor Viola (HA1-0013, г. Дьёр, Венгрия), который в прошлогодних соревнованиях занял первое место. В этой группе итоги не подводились, поскольку по регламенту "подведение итогов в группе проводится при условии участия не менее шести радиостанций".

Итоги соревнований для лидеров по зачётным группам приведены в **таблице**. В ней указаны занятое место, позывной, число связей, число очков за связи, множитель и окончательный результат.

Технические результаты по всем участникам этих соревнований можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/RTTY_2020_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио".

SINGLE OPERATOR MULTI BAND

1	RG9A	663	6330	210	1329300
2	RA9AU	476	4570	157	717490
3	EM0I	605	3620	170	615400
4	DH8WR	458	2585	159	411015
5	RC5Z	441	2565	149	382185
6	K6DTT/1	350	3035	120	364200
7	YO4DW	421	2515	143	359645
8	EW8DX	425	2435	146	355510
9	MM9I	392	2270	131	297370
10	RM3DA	424	2375	122	289750

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 21 МГц

1	YU1UN	73	395	29	11455
2	CX7SS	52	490	20	9800
3	YU4VBX	26	140	14	1960
4	MW0CRI	23	120	12	1440
5	PU1JSV	6	50	4	200
6	PA2REH	9	45	4	180

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 14 МГц

1	HG5D	350	2130	77	164010
2	HG1G	338	2010	76	152760
3	YL2CI	337	2095	72	150840
4	RT9S	213	2010	71	142710
5	GM9A	223	1240	66	81840
6	IT9WDC	176	1060	63	66780
7	RA3Y	222	1255	48	60240
8	WJ2D	151	1275	47	59925
9	R8XF	141	1285	46	59110
10	SO0A	193	1125	52	58500

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 7 МГц

1	RU8W	231	2225	67	149075
2	R4KO	120	725	56	40600
3	R2ABM	135	725	50	36250
4	EU8F	135	720	49	35280
5	UC8U	79	770	35	26950
6	UR4MVK	95	540	46	24840
7	UA6HLN	79	420	39	16380
8	UA1AOS	66	375	43	16125
9	S57X	84	450	33	14850
10	9A9TT	62	330	30	9900

SINGLE OPERATOR SINGLE BAND 3,5 МГц

1	SP5DL	156	840	47	39480
2	UT5EPP	121	640	48	30720
3	LZ5XQ	124	675	44	29700
4	SP6IHE	71	365	30	10950
5	RU6YJ	56	305	32	9760
6	UR4LJ	58	320	29	9280
7	YO6HSU	59	305	28	8540
8	RU4I	26	150	19	2850
9	RA9AEA	15	145	14	2030
10	G4SJX	24	120	13	1560

MULTI OPERATOR MULTI BAND

1	9A7T	532	3165	173	547545
2	RK3DXW	213	1230	76	93480
3	YO8KUS	148	850	84	71400
4	UA6KAC	156	870	74	64380
5	RC9MAA	76	655	53	34715
6	S57ZT	98	530	53	28090
7	SN1920PS	62	350	38	13300
8	DL0ZZ	29	165	18	2970
9	D1CTT	12	90	7	630

SWL

1	I/05870/MI	43	270	26	7020
2	OK2-9329	43	230	22	5060
3	HA1-0013	38	195	22	4290
4	R4C-7	20	135	15	2025

Евгений Николаевич Силов — участник челюскинской спасательной операции

Михаил КАВЕРИН (RW3FS), г. Реутов Московской обл.

Ещё один незаслуженно забытый участник челюскинской спасательной операции — Евгений Николаевич Силов. Между тем, его роль в организации связи для штаба спасательной операции огромна. И мне сложно представить одного "выдающегося" радиста в обстоятельствах, в которых оказался Е. Н. Силов в Ванкареме.

Евгений Николаевич Силов родился 9 августа 1911 г. в г. Киренске Иркутской губернии. Окончил Киренскую семилетнюю школу и уехал продолжать учёбу в Томск. В местном клубе Общества друзей радио Женя Силов начинает осваивать азы радиотехники, становится активным коротковолновиком и летом 1930 г. получает любительский позывной AU1CE. С 1930 г. ходил радистом на судах Тихоокеанского Госморпароходства. В 1932 г. Евгений Силов, по приглашению Вадима Борисовича Вострякова [1], вошёл в состав первой Северо-Восточной полярной экспедиции и был принят радистом на ледорез "Литке". Старшим радистом на "Литке" в это время был Олег Архипович Куксин [2]. Суда экспедиции были вынуждены зимовать в районе бухты Амбарчик, Чаунской губы и мыса Биллингса в сезонах 1932/1933 и 1933/1934 гг. В ходе этих зимовок и летней навигации 1933 г. Евгений Николаевич был переведён сначала на пароход "Сучан", затем на "Анадырь". 13 февраля 1934 г. пароход "Челюскин" зато-

нул, и началась операция по спасению людей, оказавшихся на льдине. Штаб спасательной экспедиции находился на мысе Северном. Силов был направлен в его распоряжение. В начале марта было принято решение о перемещении штаба в Ванкарем.

Евгений Николаевич вспоминал об этом так [3]: "Мне и Николаю Аникину, бортмеханику самолёта Фёдора Куканова, было предложено отправиться на мыс Ванкарем, захватив с собой радиостанцию и инструменты, для устройства аэродрома, используя местное население. До мыса Ванкарем мы добирались на трёх собачьих упряжках около двух суток. Приехали поздно ночью. Весь посёлок представлял собой двенадцать чукотских яранг и три деревянных дома. Нас встретил заведующий охотничьей



Е. Н. Силов. Ленинградский фронт, 1942 г.



Е. Н. Силов. Ванкарем, 1934 г.

факторией. У него в доме мы расположились. На рассвете нашли место для временного аэродрома и начали налаживать связь. Радиостанция, которую мы привезли, состояла из передатчика фирмы "Маркони", а приёмник был наш — РКЭ-3 (этот коротковолновый приёмник был переделан Е. Н. Силовым на длинные волны при участии Тауно Хаапалайнена — радиста полярной станции мыса Северного). На всякий случай я захватил, кроме сухих батарей, ещё штук 80 водоналивных гальванических элементов и немного радиодеталей. Передатчик питался от умформера, вращаемого бензиновым движком. Запустили движок. Он немного поработал и остановился. Однако восстановить связь было необходимо. Пришлось залить водоналивные элементы. Пока они пропитывались, из захваченных с собой деталей собрал маломощный передатчик на одной лампе УБ-107. После того, как передатчик был настроен по приёмнику на нужную волну, передал в эфир позывной, и мне сразу ответили мыс Северный и Уэлен. Они сообщили мою волну в лагерь Шмидта. Связь была налажена и продолжалась до конца спасательной эпопеи".

"На мою маленькую радиостанцию обрушился шквал радиопередач. Я поддерживал связь с лагерем Шмидта, снимал показания на метеоплощадке ежечасно, принимал сводки из Уэлена, с мысов Северного и Челюскина. Через нас передавали радиограммы Хабаровск, Анадырь, Ном и Сиэтл. Не раз пришлось восстанавливать антенну после пурги. В Ванкарем прибыло множество журналистов, их сообщения в центральные газеты также шли через мою радиостанцию".

Позволю здесь себе небольшое отступление. У А. И. Минеева в книге "Остров Врангеля" на с. 182 есть фраза: "...Без отрыва от основной своей работы буквально "из ничего" построил на мысе Ванкарем радиостанцию для нужд Комитета по спасению Челюскинцев". Ареф Иванович говорит это не о Силове, а о Степане Илларионовиче Семёнове, который был электромехаником полярной станции на мысе Северном в сезоне 1933—1934 гг. Я не нашёл никаких доказательств присутствия Семёнова в Ванкареме тогда. Да и трудно представить, что кто-то из руководителей спасательной операции, в самый её разгар, мог решиться отпустить человека, отвечающего за электросиловое хозяйство полярной станции. Северная молва о золотых руках С. И. Семёнова, который всю жизнь отдал Арктике, сыграла шутку: Семёнов—Силов, Силов—Семёнов. Е. Н. Силов после 1934 г. в Арктике больше не был. Вот и прикрепилась к Семёнову история из Ванкарема.

15 июня 1934 г. Е. Н. Силов был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

До 1935 г. Евгений Николаевич продолжал работать радистом на судах Дальневосточного пароходства. В 1935 г. был призван в РККА и после окончания службы в 1938 г. поступил на физико-математический факультет Томского университета. Осенью 1941 г. весь третий курс факультета был призван в армию и после обучения в Тюменском пехотном училище отправлен на Ленинградский фронт. В марте 1943 г. во время прокладки линий связи Евгений Николаевич попал под миномётный обстрел, был тяжело ранен и лишился ноги. Из ленинградского госпиталя был направлен в Иркутск, где долечивался больше полугода. Вернулся в Томск и продолжил обучение в университете. После окончания с отличием университета в 1946 г. Евгений Николаевич стал преподавать радиотехнику в Томском политехническом институте. Кафедра радиотехники под его руководством постепенно переросла в полноценный факультет. Как заместитель декана радиотехнического факультета, занимался вопросами организации новых радиотехнических специальностей. Евгений Николаевич по праву считается и одним из создателей первого в Сибири Томского телецентра в 1955 г. Уже в 1952 г. в ТПИ начались опытные телевизионные передачи.

В 1961 г. в Томске был создан новый вуз — Томский институт радиоэлектроники и электронной техники. Евгений Николаевич возглавил в этом институте кафедру электрорадиоизмерений. С увлечением и полной отдачей кандидат технических наук, доцент Евгений Николаевич Силов занимался преподавательской деятельностью. В 1969—1973 гг. был заместителем декана РТФ.



Е. Н. Силов.

"В свои 98 лет Евгений Николаевич Силов водил машину, с удовольствием работал на огороде, разводил пчёл и пропадал на рыбалке. Жизнестойкость, неутомимость, готовность браться за самые сложные задачи и трудолюбие всегда вызывали восхищение родных, друзей, коллег, учеников" [4].

Умер Евгений Николаевич Силов в Томске 15 августа 2015 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Востряков В. Б.** Коротковолновой справочник. — М.: Издательство МГСПС "Труд и книга", Москва, 1929.

2. Куксин Олег Архипович (1912—1984). — URL: **http://www.polarpost.ru/forum/viewtopic.php?f=8&t=3495** (17.02.21).

3. **Кузнецова С. И.** Участие радиотехников ТПУ в освоении Севера. — Известия Томского политехнического университета, 2009, Т. 314, № 4, с. 153—156.

4. Газета "Томские новости плюс", выпуск от 4 мая 2018 г.

Первые нелегальные "коллективки" (1925—1926 гг.)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) и по радиолюбительским журналам разных лет.

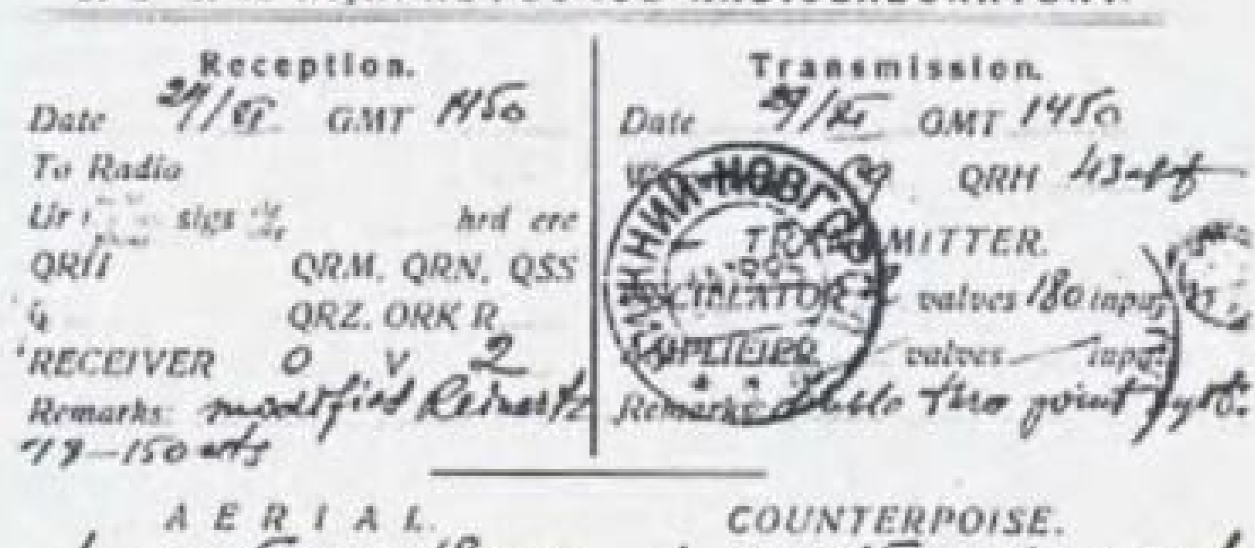


Письма иностранных корреспондентов, принимавших сигналы передатчика Нижегородской радио-лаборатории.

Фотография из журнала "Бюллетень "Радио" (1925, № 2, с. 9).

Первой такой так называемой "нелегальной" коллективной радиостанцией была NRL. Этот позывной (февраль—март 1925 г.) использовался Нижегородской радиолабораторией, её оператором был Владимир Михайлович Петров (очень рано ушёл из жизни от туберкулёза лёгких). С весны 1926 г. NRL изменила позывной на R1NN, который стал использоваться на "коллективке" подсекции КВ при технической секции Нижегородского общества радиолюбителей (позже стала при СКВ Нижегородского отделения ОДР; с 1927 г. — RA65; в 1928—1933 гг. — eu2KAG; 1933—1941 гг. — позывной автору неизвестен). Подробнее о R1NN — в [1].

В 1926 г. в эфире звучал ещё один "нелегальный" позывной — RLDR, который принадлежал радиолаборатории ленинградского журнала "Друг Радио" (1924—1926 гг. — орган ОДР РСФСР и ОДР Северо-Западной области в Ленинграде, с № 7 1925 г. по № 1 1926 г. был органом Радиосекции общества "Аэрорадиохим" Северо-Западной области в Ленинграде).



U. S. S. R. NIJNI-NOVGOROD RADIOLABORATORY.

Reception.	Transmission.
Date 2/II/25 GMT 1450	Date 2/II/25 GMT 1450
To Radio	QRH 43
Ur sigs	TRANSMITTER.
QRH QRM, QRN, QSS	valves 180 input
QRZ, QRK R	valves input
RECEIVER 0 V 2	Remarks
Remarks: modified Reinartz 79—150 mts	

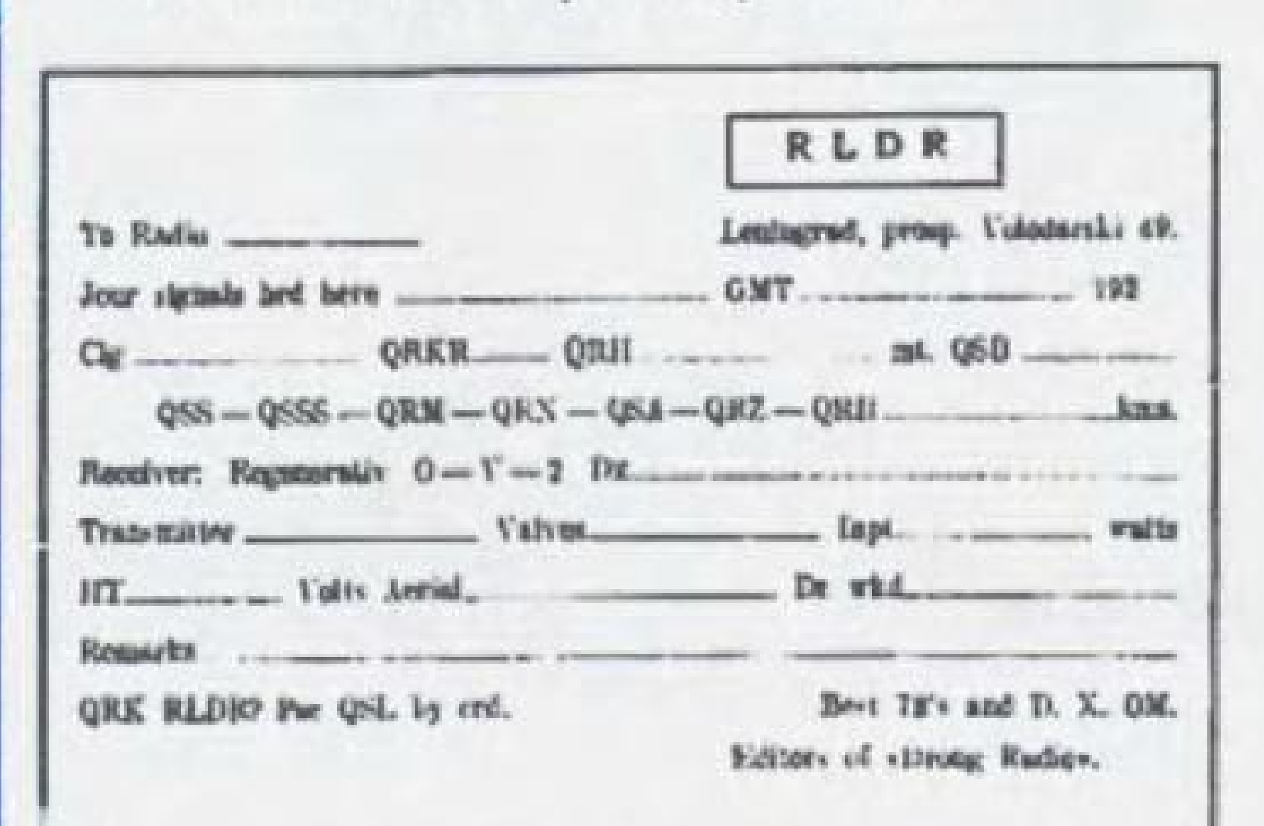
AERIAL. 1 wires 50 long 18 high. COUNTERPOISE. 1 wires 15 long 10 high.

Remarks: ... NRL ... Radio: W. Petroff

QSL коллективной радиостанции NRL. Она была отпечатана на обратной стороне почтовой открытки, 1925 г.



Владимир Михайлович Петров, 1927 г.



RLDR

To Radio ______ Leningrad, prosp. Volodarski 49.

Jour signals hrd here ______ GMT ______ 192

Cig ______ QRKR ______ QRH ______ mt. QSD ______

QSS — QSSS — QRM — QRN — QSA — QRZ — QRH ______ kms.

Receiver: Regenerativ 0 — V — 2 Dr ______

Transmitter ______ Valves ______ Inpt ______ watts

HT ______ Volts Aerial ______ Dr wkd ______

Remarks ______

QRK RLDR? Pse QSL by crd. Best 73's and D. X. OM.

Editors of «Drug Radio».

QSL-карточка радиостанции RLDR.



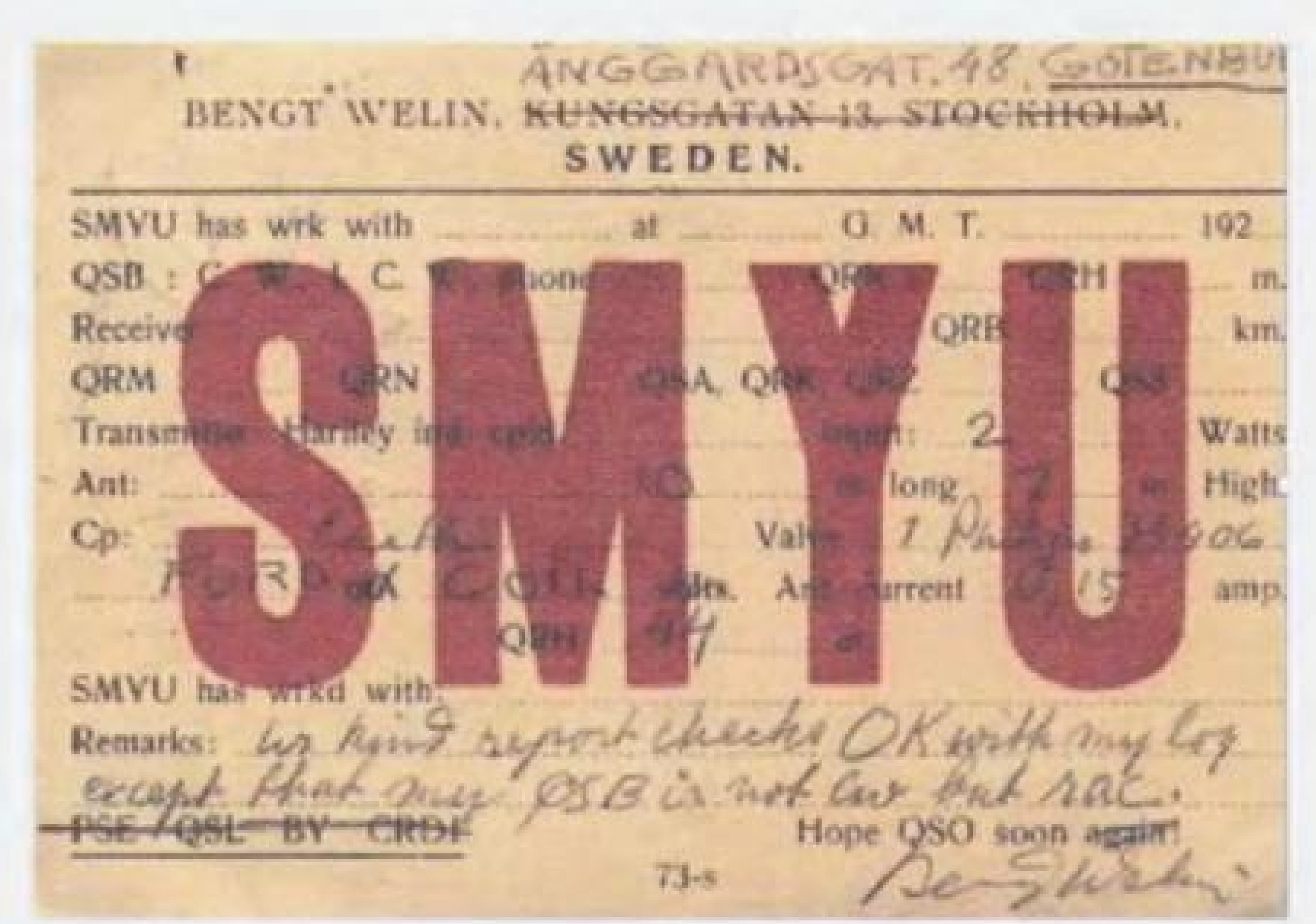
Передатчик на короткие волны лаборатории „Друг Радио", покрыв расстояние в 800 километров. (См. стр. 21).

Фотография с обложки журнала "Друг Радио" (1926, № 2—3).



Уголок Радиолаборатории О.Д.Р. С.З.О. с передатчиком и приемником на короткие волны.

Фотография с обложки журнала "Друг Радио" (1926, № 8—9).



ÄNGGÅRDSGAT. 48, GÖTENBURG

BENGT WELIN, ~~KUNGSGATAN 13, STOCKHOLM,~~

SWEDEN.

SMYU

SMYU has wrk with ______ at ______ G. M. T. ______ 192

QSB : ______ m.

Receiver ______ QRB ______ km.

QRM ______ QRN ______ QSA ______ QRK ______ QRZ ______ QSS

Transmitter ______ Input 2 Watts

Ant: ______ long ______ High.

Cp: ______ Valve 1 Philips B406

______ volts. Ant current 0,15 amp.

QRH 44

SMYU has wrkd with:

Remarks: ur kind report checks OK with my log except that my QSB is not ... but rac.

~~PSE QSL BY CRD~~ Hope QSO soon again!

73-s

QSL-карточка радиостанции SMYU.

QSL-карточка радиостанции KPL.

Журнал "Друг Радио" [2] сообщил, что RLDR в начале 1926 г. провела два QSO's. Её корреспондентами стали две радиостанции: из Стокгольма — SMYU (расстояние — 600 км) и из Кёнигсберга — KPL (расстояние — 800 км; Кёнигсберг — ныне Калининград), а также её работу слышал радиолюбитель из Финляндии.

По вполне естественным причинам изложенный материал не может претендовать на право абсолютной исторической истины, но автор обработал доступные ему материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** R1UA — "пионер" коротковолнового движения. — Радио, 2021, № 2, с. 49—52.

2. Наш первый успех на коротких волнах. — Друг Радио, 1926, № 2—3, с. 3.

Использование смартфона с ОС Android на коротких волнах

Евгений СЛОДКЕВИЧ (UA3AHM/OH5HM), г. Москва,
Дитер КУКЕЛЬКОРН (DL1DBY), г. Франкфурт-на-Майне, Германия

Собираясь в поход на открытом воздухе, мы обнаруживаем, что во многих частях света в глубинке нет сотовой связи. Что ещё хуже, в этих областях почти никогда не бывает любительских УКВ-ретрансляторов. Как можно отправить сообщения друзьям и семье на большие расстояния, помимо обычных симплексных радиостанций? Как позвать на помощь? Подобная проблема может возникнуть даже в городской среде, если случится крупное бедствие, такое как отказ электросети.

В таких мероприятиях, как загородные поездки в районы, где нет сотовой связи, или в широко распространённых сейчас чрезвычайных ситуациях с потерей обычных средств связи можно использовать спутниковые телефоны, но эта технология очень дорога, требует абонентской платы, и нет никаких гарантий, что сложная инфраструктура спутниковой связи будет работать при любых обстоятельствах. Очевидное решение для операторов радиолюбителей — переход на коротковолновую связь с использованием радиостанций с батарейным питанием, часто в режимах работы NVIS. NVIS расшифровывается как Near Vertikal Incidence Skywave, что означает прямую передачу с помощью специальных антенн для связи с другими станциями на расстоянии от 30 до 300 км с низким энергопотреблением, что было бы наиболее полезным расстоянием для связи, если потребуется помощь. Можно, конечно же, использовать голосовую связь SSB, но для этого необходимо, чтобы человек, с которым мы хотим связаться, постоянно сидел за своим трансивером, имея возможность принимать сообщение. Это может оказаться проблемой: в реальной опасности времени не будет. Вместо этого можно использовать цифровые режимы с возможностями автоматической обработки сообщений, такие как JS8Call, но для этого требуются портативные компьютеры или другие сложные полевые установки, которые потребляют много энергии и которые трудно надёжно заряжать вдали от электросети.

Евгений (UA3AHM) и Сергей (UA9OV) разработали ещё один режим цифровой коротковолновой связи, который призван быть простым в использовании, функциональным и, что самое главное, дружественным к оператору. Помимо маломощного трансивера с батарейным питанием и небольшого соединительного кабеля, необходим только смартфон с ОС Android, который можно заряжать с помощью дешёвых и легкодоступных солнечных зарядных устройств. Евгений и Сергей создали приложение под названием HFpager ("КВ-пейджер"), которое позволяет использовать звуковой процессор смартфона для кодирования и декодирования аудиосигналов в полосе пропускания звука SSB трансивера, аналогично режимам на основе ПК (**рис. 1**), таким как FT8 и JS8Call. Приложение использует скорости передачи 1,46, 5,86, 23,44 и 46,88 бод. Модуляция представляет собой 18-тональную инкрементную частотную манипуляцию (IFSK) с прямым

Рис. 1

исправлением ошибок кодом Рида-Соломона RS(15,7) и суперблоком из четырёх блоков RS с перемежением.

С помощью этого приложения можно отправлять текстовые сообщения и отчёты о местоположении от GPS, при этом положение мгновенно отображается в Google Maps или Maps.me, сервис позволяет сохранять карту на смартфоне и использовать её в автономном режиме. Все сообщения автоматически сохраняются в телефоне для последующего просмотра. Отправитель может запросить автоматическое подтверждение от принимающей станции. Существует возможность отправлять и получать автоматические передачи радиомаяков, включая положение от GPS через регулярные промежутки времени, чтобы сообщить внешнему миру, что наша станция всё ещё "жива и здорова", или поделиться с друзьями прогрессом, которого мы достигли на нашем пути.

Приложение позволяет обмениваться текстовыми сообщениями между двумя станциями, работающими на одной частоте, например, в SSB-модуляции. Нет ни групповых вызовов, ни какой-то рудиментарной сети, как в JS8Call, чтобы всё было как можно проще. В отличие от JS8Call, разрешены не только латинские буквы, но и буквы кириллицы. Приложение включает в себя "водопад" звуковой частоты, хорошо известный по программам FT8 или JS8Call.

Приложение было протестировано двумя авторами этой статьи на диапазоне 14 МГц на расстоянии 2100 км с использованием мощности передачи всего 1 Вт и антенны, подвешенной на дереве в общественном парке во Франкфурте (Германия). На другой стороне, под Москвой, использовались трёхэлементный "волновой канал" и передатчик мощностью 20 Вт. Это типичная конфигурация, когда одна станция находится где-то "на природе", а другая представляет собой домашнюю базу. На немецкой стороне использовались трансивер Elecraft K2 и интерфейс DigiLink Nano от HB9ZHK (**рис. 2**), на российской стороне — Yaesu FT-450D и интерфейс RAIS-1. Интерфейс DigiLink Nano имеет встроенную звуковую карту, которая надёжно распознаётся Android. Он был выбран потому, что потребляет очень мало тока. Интерфейс RAIS-1 и специальная версия RAYS-4 для трансиверов Yaesu используют звуковой процессор смартфона, но имеют свой собственный встроенный узел голосового управления. RAIS-1 не требует внешнего источника питания и не потребляет ток, DigiLink Nano и RAYS-4 получают от смартфона необходимое питание.

Используя эту установку, можно было легко оставаться на связи в течение всех трёх часов эксперимента. Сигнал мощностью 1 Вт принимался под Москвой с рапортом S3. Можно было бы значительно снизить мощность передачи или использовать менее эффективную портативную антенну, поскольку "КВ-пейджер" теоретически должен быть способен декодировать сигналы до 27 дБ ниже уровня шума.

При дальнейшем тестировании можно было использовать всего 0,5 Вт для поддержания стабильного соединения в несколько иной конфигурации, как описано выше. На этот раз на другой стороне, под Москвой, использовалась дипольная антенна в наклонной конфигурации и мощность передачи 5 Вт. Поскольку 20-метровый диапазон был сильно загружен контестменами, а ионосферные условия были довольно плохими, иногда приходилось использовать более низкую скорость передачи 1,46 Бод. Это оказалось надёжным решением в течение нескольких часов. В этих сложных условиях диапазона "КВ-пейджер" оказался таким же способным, как JS8Call.

Потребление энергии приложением — умеренное. За период времени в три часа при интенсивном использовании приложения и полной яркости дисплея показания индикатора заряда батареи смартфона снизились с 100 % до 63 %. Приложение ни разу "не вылетело" даже при использовании дешёвого китайского смартфона, у которого есть проблемы в этом плане. Пользовательский интерфейс приложения включает в себя "водопад", известный по программам FT8 и JS8Call, а также индикаторы приёма и передачи. Текст, отправленный другими станциями, кроме корреспондента оператора, будет декодирован и также отображаться, если станция работает на той же частоте, поскольку все формы шифрования будут незаконными в радиолюбительском радио.



Рис. 2

В Android может потребоваться включение возможностей OTG, а также включение поддержки внешнего звукового модуля (см. "Настройки разработчика"). Важно, чтобы звуковые уведомления были временно отключены в Android при использовании "КВ-пейджера" по понятным причинам. Может потребоваться отключить режим экономии энергии для приложения в настройках батареи Android. Как и во всех цифровых режимах КВ, важно выключить компрессию передачи голоса трансивера и быть осторожным, чтобы не перегружать передатчик, поскольку "КВ-пейджер" — это режим 100 % рабочего цикла, как FT8 и JS8Call. На всякий случай рекомендуемая мощность — 25 Вт при использовании стандартного любительского 100-ваттного трансивера и 10 Вт — в режиме QRP.

Пользовательский интерфейс должен быть максимально приближен к популярным приложениям для обмена сообщениями, таким как Whatsapp и Telegram, поскольку "КВ-пейджер" нацелен не только на сообщество Ham Radio. В Российской Федерации только 16 % территории имеют покрытие сотовой связью из-за огромных размеров страны. Огромные территории Сибири и Дальнего Востока, вероятно, никогда не смогут получить достаточное покрытие. Поэтому подобное решение очень полезно для любителей активного отдыха, геологов, охотников и т. д. Имея это в виду, разработчики приложений выбрали числовые идентификаторы станций, как в DMR. Чтобы работать на законных основаниях, радиолюбитель обязан передавать свой позывной в виде текста сообщения каждые десять минут. Функция радиомаяка позволяет автоматически включать позывной в CW в конце каждой передачи.

Помимо приложения для Android, доступного в Google Play, теперь доступно программное обеспечение для базовых станций Windows и, в качестве новейшей разработки, шлюз на основе Android, который позволяет ретранслировать сообщения в обычную службу мобильной связи SMS и обратно, а также для связи с помощью мобильных телефонов по всему миру в обе стороны. Ознакомьтесь с местным законодательством, может ли эта услуга использоваться операторами любительской радиосвязи в вашей стране. В стадии разработки также находится цифровой ретранслятор с переносом принятого КВ-сигнала в диапазон УКВ. Этот ретранслятор можно разместить на окраине посёлка или города за пределами территории с высоким уровнем радиочастотного шума и ретранслировать сообщения HFpager в диапазоне УКВ на базовую станцию в центре деревни или города.

***От редакции**. Демонстрационная версия программы HFpager ("КВ-пейджер") находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2021/04/HFpager.zip** на нашем сервере.*

Александру Сергеевичу Долгому посвящается...

Программирование микроконтроллеров серии PIC для начинающих

А. КАРПАЧЕВ, г. Железноводск Курской обл.

Создайте папку, назвав её, как вам понравится, но обязательно латинскими буквами. Желательно, чтобы название папки было логически связано с устройством, которое вы делаете. Назовём нашу папку BegOg. Рекомендую разместить её в папке Microchip. Затем создайте проект, назвав его именем папки, в которой он и будет находиться — BegOg. Именно в эту папку компилятор будет размещать все файлы, связанные с нашим проектом. Называться они будут именем проекта BegOg01, только с разными расширениями. Пока нас интересуют только два файла: BegOg01.asm — это файл, в котором набран листинг программы на ассемблере и BegOg01.HEX — это файл, который загружается в программатор для того, чтобы зашить его в МК. Не забудьте, что файл BegOg01.HEX появится в нашей папке только после успешной компиляции программы.

Итак, проект создан, программа набрана, ошибок вроде нет. Нажимаем кнопку запуска компиляции программы, т. е. даём команду, чтобы MPLAB перевёл нашу программу в машинные коды, понятные МК. Компилятор проверит наличие синтаксических и орфографических ошибок в тексте и ещё многое другое, о чём вы пока даже не подозреваете. Если вы набрали программу без ошибок, ничего не пропустив и ничего не добавив от себя, то получите сообщение, что компиляция прошла успешно. Ещё будут указаны дата и время компиляции — BUILD SUCCEEDED: Mon Nov 15 22:55:44 2020.

Если же были допущены ошибки, компилятор выдаст сообщения о них, прочитав которые, вы сможете понять что в вашей программе не так. Естественно, все сообщения будут на английском языке, но в Интернете можно найти сайты с перечнем и описанием выдаваемых ошибок на русском языке. В нашей программе нет никаких сложностей, поэтому ваши ошибки могут быть связаны лишь с написанием операторов и команд либо пропуском необходимых точек и запятых.

После того как компиляция прошла успешно, будет сгенерирован HEX-файл BegOg01.HEX, в котором содержится программа для МК на понятном ему языке. Вы уже знаете, где он будет находиться — в нашей папке BegOg. Если вы дошли до этого места, можно немного расслабиться, ведь вами проделан значительный объём работы!

Теперь настало время перенести программу в МК, т. е., используя сленг программистов, прошить его. Надеюсь, вы уже подключили ваш программатор к ПК и разобрались, как с ним работать. Осталось загрузить HEX-файл BegOg01.HEX в программатор, установить в него наш PIC12F675 и зашить в него нашу программу.

А вот сейчас самое время вспомнить о калибровочной константе. Она уже упоминалась ранее, когда речь шла о выборе программатора. Эта константа есть у всех МК, которые имеют режим внутреннего RC-генератора тактовой частоты. Дело в том, что абсолютно одинаковых чипов нет. Все они будут немного разными, соответственно и частот внутренних генераторов разных МК будет немного, но они будут отличаться от заданной частоты 4 МГц. Калибровочная константа корректирует частоту своего МК, максимально приближая её к 4 МГц. Её подбирают на заводе и записывают в последнюю ячейку памяти МК во время процесса изготовления. При прошивке МК программатор должен считать калибровочную константу, сохранить её, а затем повторно перезаписать её в ту же самую ячейку памяти. Но не все программаторы умеют это делать. Такой "неумёха" программатор простонапросто сотрёт калибровочную константу, и тогда будет нелегко определить, какая константа была на самом деле. Если приобретённый вами программатор не умеет самостоятельно считывать, сохранять и перезаписывать эту калибровочную константу, вам придётся делать это самим. Если же вы прислушались к данной ранее рекомендации и приобрели программатор, который делает это самостоятельно, следующий раздел можете пропустить.

Процедура считывания и сохранения калибровочной константы тактового генератора. Возьмите свою *новую* микросхему контроллера PIC12F675, вставьте в программатор и произведите чтение данных из его памяти. Найдите последнюю ячейку памяти программ. В нашем МК её адрес — **03FF**.

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2021, № 2, 3

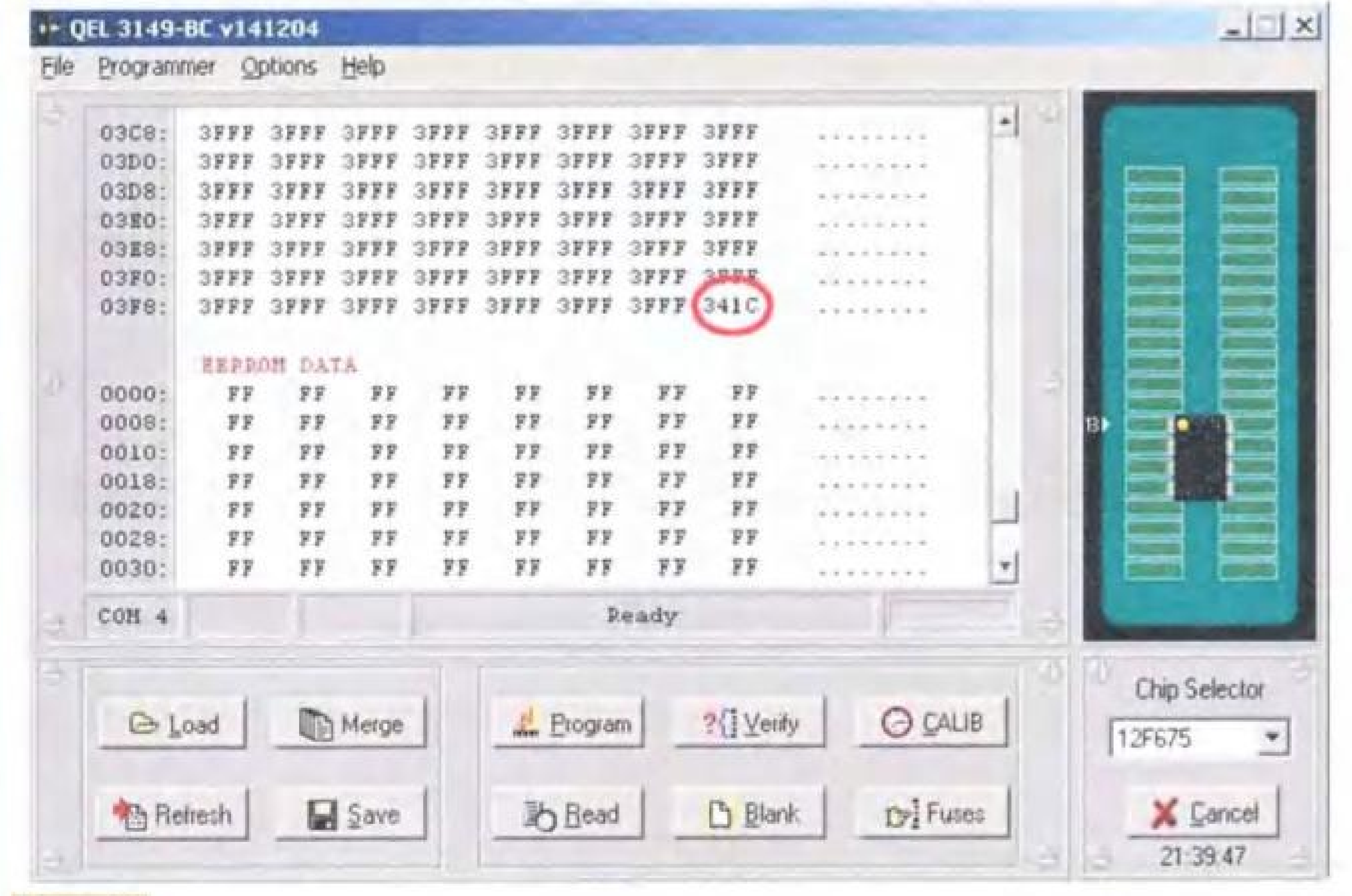


Рис. 3

Для примера на **рис. 3** приведён вид окна программатора К-150, которым я пользуюсь.

Эта ячейка обведена красным. Там стоит число **341C**. Если вы ещё не сталкивались с шестнадцатеричной системой счисления, не удивляйтесь — это именно число. Точнее, это два числа. Первое число — **34**. Оно одинаковое у всех контроллеров, это команда для процессора. Как мы договаривались в самом начале, пока не задумывайтесь об этом, разберётесь в дальнейшем. Нас интересует второе число — **1C**. Это и есть калибровочная константа для этого МК (т. е. с которого произведено считывание). Поделюсь своим опытом — наклейте кусочек бумаги на внутреннюю сторону этого МК и запишите на ней это число (**рис. 4**). Если вы приобрели несколько МК, не поленитесь, потратьте немного времени и проделайте тоже самое для всех. Теперь вы всегда будете знать константы всех имеющихся у вас МК. Это упрощает перезапись калибровочной константы для любого вашего МК. Перед его прошивкой вы смотрите, какая константа записана на нём и сразу вводите её в программатор.

После выполнения всего вышеперечисленного загружайте HEX-файл BegOg01.HEX в программатор, вставьте в него МК PIC12F675 и дайте команду начать прошивку. Перед началом прошивки программатор обязательно предложит ввести эту калибровочную константу.

После окончания прошивки МК вынимают его из программатора и вставляют в панель нашего устройства. Ещё раз проверяют правильность монтажа и подают питающее напряжение. Конечно же, вы ожидали увидеть, что светодиоды начали по очереди переключаться, но, увы, устройство не заработало как нужно. Все светодиоды светятся постоянно, правда, не совсем ярко. Конечно, это очень огорчительно, но скажите честно, многие ли собранные устройства начинали работать сразу после включения питания, без налаживания? Устройства на МК тоже нужно налаживать. Как вы помните, я обещал показать различия в налаживании устройств, в собранных на обычных деталях или на МК.

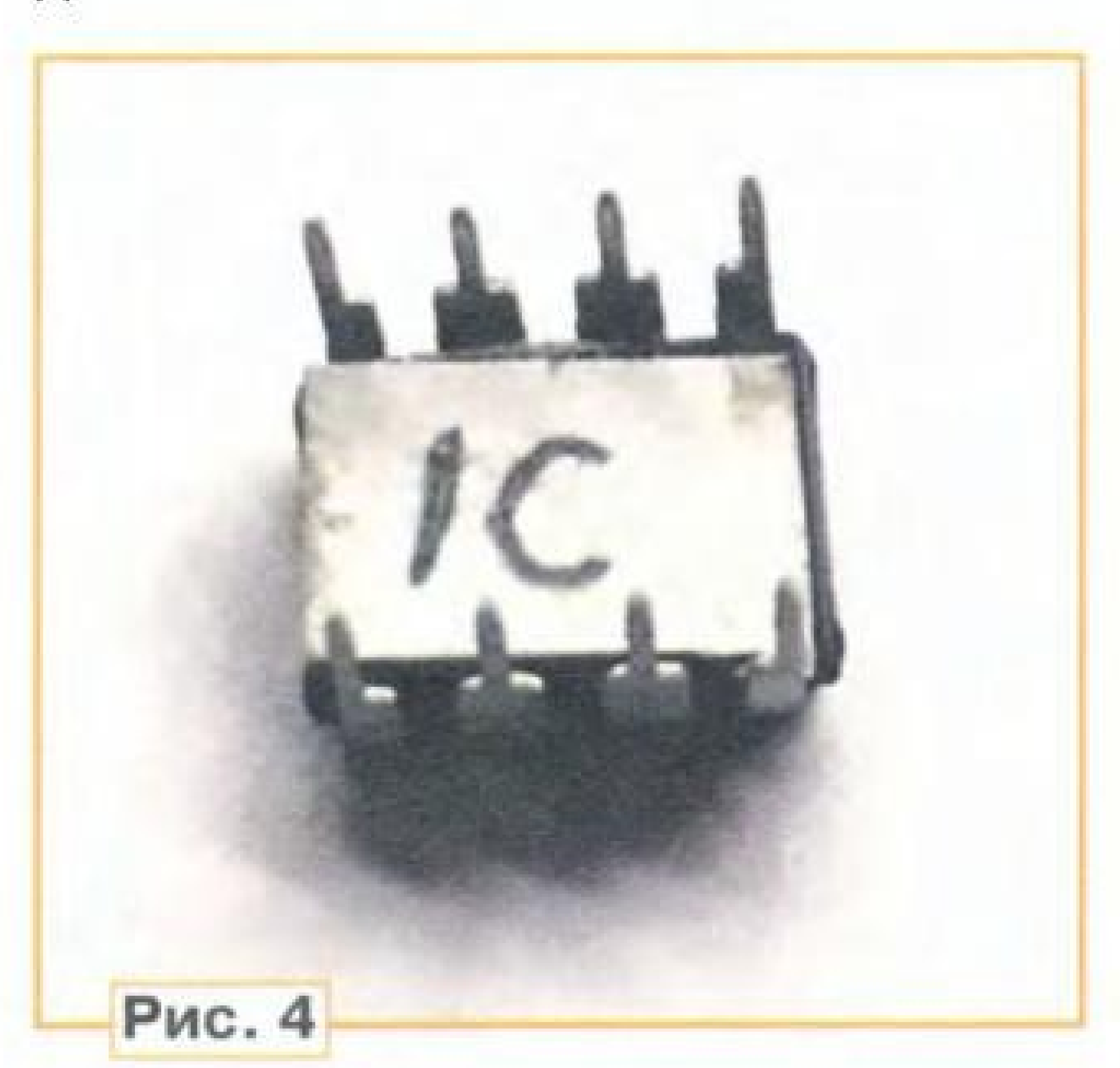


Рис. 4

Самое главное отличие в том, что в первом случае собранное устройство лежит перед вами, а вы, вооружившись мультиметром и осциллографом, измеряете напряжение в разных точках устройства. Проверяете, есть ли генерация, проходит ли сигнал куда нужно, наблюдаете его форму и т. п. Если что-то не так, вы всегда можете заменить подозрительную деталь, перерезать печатный проводник, поменять местами выходы или входы, т. е. произведя какие-то физические действия, понять, в чём проблема. Но сомневаться в правильности работы микросхем вам не нужно, если они исправны и правильно подключены, они всегда будут работать так, как должны. С устройствами на МК всё сложнее. Конечно, имеющийся осциллограф поможет вам проанализировать сигналы на выходах МК. Но если вы увидели, что сигналов вообще нет или же они не такие, как вы задумали, а монтаж выполнен правильно, значит, ошибка допущена в самой программе МК. Уверен, вы понимаете, что МК выполняет вашу программу с безукоризненной точностью. С такой же безукоризненной точностью он выполняет и ваши ошибки. Но ни мультиметр, ни осциллограф никак не помогут вам найти эти программные ошибки. Только тщательный анализ алгоритма и внимательная проверка программы выручат вас в этом случае. Вот это и есть *основное отличие в налаживании устройств на МК от налаживания устройств на дискретных элементах*. Но не расстраивайтесь, сразу написать программу без ошибок практически невозможно! Программисты это знают и даже шутят на эту тему. Например, так: "Если программа сразу заработала, значит, она неправильная!" Или: "Если вы с первого раза сумели написать программу, в которой компилятор не обнаружил ни одной ошибки, значит, ошибки есть в самом компиляторе". Это всё, конечно, лирика для поднятия вашего настроения. Но пора приступать к следующему этапу — поиску ошибок в программе. Подразумевается, что вы проверили макет и убедились, что ошибок в монтаже нет.

Поиск ошибок в программе обычно происходит так. Первые минуты, когда хочется побыстрее заставить работать устройство, всегда почему-то кажется, что в программе всего одна единственная простейшая ошибка, которая лежит на поверхности... Обычно сразу же начинается просмотр программы и прослеживание всех её действий. Если вы уже имеете опыт программирования, а программа простая и без математических вычислений, многоуровневых циклов, прерываний, сложных ветвлений, проверок различных флагов и т. п., ошибку можно найти и таким путём. Но если ваш опыт программирования совсем небольшой или отсутствует вовсе, найти ошибку простым просмотром программы, скорее всего, не удастся. Кстати, знайте, что программисты совсем не беспомощны в поисках различных ошибок в программах, и у них есть мощные инструменты и специальные методы для поиска ошибок и отладки программ. Но тема освоения этих инструментов и методов не затрагивается в этой статье. Во-первых, потому что пока мы пишем простую программу для устройства с несложным алгоритмом работы. А во-вторых, это уже следующий уровень программирования.

Уверен, вы уже поняли, почему наш переключатель работает неправильно. Но давайте представим, что нет. Заодно и увидим, как анализ выходных сигналов МК может помочь найти ошибку в программе. Итак, смотрим, что за сигналы присутствуют на выходах МК. Осциллограф показывает одинаковые импульсы на всех трёх выходах частотой около 130 кГц и длительностью 1 мкс. Если осциллограф двухлучевой, можно увидеть, что импульсы сдвинуты относительно друг друга. То есть когда положительное напряжение присутствует на выходе GP0, на выходах GP1 и GP2 будут нули, затем положительное напряжение появляется на выходе GP1, а на остальных выходах GP0 и GP2 — нули, затем положительное напряжение появляется на GP2, на выходах GP0 и GP1— опять же нули. При виде такой ситуации с выходными сигналами нам сразу становится понятно, что программа работает правильно, но нет паузы между включением и выключением гирлянды! То есть МК включает гирлянду и тут же переходит на команду выключения этой гирлянды. А поскольку тактовая частота работы МК — 4 МГц, происходит это практически мгновенно, каждая гирлянда включается на 1 мкс и сразу же выключается. В результате — тусклое свечение светодиодов, которое мы видим благодаря их большому быстродействию. Итак, ошибка найдена — мы забыли указать МК, что он должен выдерживать паузу между включениями и выключениями гирлянд! Вернитесь и просмотрите нашу программу ещё раз. В ней, действительно, нет команд, которые заставят МК делать это! Ну а пока вы получили трёхфазный генератор с частотой 130 кГц! А как можно изменить его частоту, скоро узнаете.

Если осциллографа у вас нет, придётся ещё и ещё раз проходить по строкам программы, представляя себе, какие действия выполняет МК. Хочется предостеречь вас от того состояния, когда на часах два часа ночи и пора бы отвлечься и пойти спать, но вам кажется, что ошибка вот-вот будет найдена... Может, будет, а может, и нет... Поверьте, иногда понимание проблемы в программе приходит через какое-то время, иногда утром, а иногда и через несколько дней... Впрочем, описанная ситуация сплошь и рядом встречается и при налаживании устройств, собранных на дискретных элементах, не так ли?

Сейчас мы подошли к такому моменту, на котором необходимо обязательно заострить ваше внимание. Дело в том, что называть такую ситуацию ошибкой в программе было бы неправильно, ведь программа работает безукоризненно! Это наше упущение, допущенное ещё при разработке алгоритма. И твёрдо запомните, что это вовсе не безобидная ситуация! Да, в нашей простейшей программе мы легко исправим её, но представьте, что программа сложная, составлялась и отлаживалась вами долгое время... И вот, после долгих поисков ошибки, вы понимаете, что заставить программу работать вам не удаётся, потому что алгоритм составлен с упущениями или ошибками! Вы корректируете алгоритм и приступаете к внесению изменений в саму программу. И вдруг с ужасом понимаете, что просто так исправить программу не получается и требуется переписать её чуть ли не полностью! Да, бывает и такое, если к составлению алгоритма подойти не тщательнейшим образом. Впрочем, если вы разрабатываете устройство на жёсткой логике, такое непочтительное отношение к составлению алгоритма будет стоить вам ещё больших трудозатрат. Ведь придётся переработать или даже заново разработать схему и собрать макет, разобрав старый вариант! Кстати, вот вам одно из преимуществ изготовления устройств на МК — зачастую переписать программу несравнимо проще, чем перепаять десяток микросхем и других дискретных элементов.

Итак, с осциллографом или без него вы нашли ошибку в программе, в данном конкретном случае вы просто забыли указать МК, что после включения гирлянды необходимо выдержать паузу определённой длительности перед тем, как её выключить. В обычном устройстве увеличение паузы между переключениями осуществляется сравнительно просто за счёт изменения частоты тактового генератора путём замены частотозадающих элементов. В устройстве на МК паузы между переключениями гирлянд можно устанавливать и изменять только путём внесения изменений в программу. Зато вы прекрасно обойдётесь без паяльника.

Возвращаемся к нашему алгоритму и вносим в него изменения — задаём паузы длительностью 1 с между командами включения и выключения светодиодов.

1. Включить первый светодиод, т. е. подать 1 на выход GP0.

1.1. Выдержать паузу 1 с.

2. Выключить первый светодиод, т. е. подать 0 на выход GP0.

3. Включить второй светодиод, т. е. подать 1 на выход GP1.

3.1. Выдержать паузу в 1 с.

4. Выключить второй светодиод, т. е. подать 0 на выход GP1.

5. Включить третий светодиод, т. е. подать 1 на выход GP2.

5.1. Выдержать паузу в 1 с.

6. Выключить третий светодиод, т. е. подать 0 на выход GP2.

7. Перейти на строку № 1.

Здесь комментарии не требуются, всё и так понятно (сравните с изначальным алгоритмом). Графическое изображение алгоритма не приводится, для тренировки нарисуйте его самостоятельно. А вот с программной реализацией этого алгоритма будет, увы, сложнее... И виной этому будет именно выдержка паузы. К сожалению, в ассемблере нет такой команды, которая заставила бы МК задержаться на определённое время перед тем, как перейти к выполнению следующей команды. Поэтому нам придётся временно отложить создание программы "бегущего огня", чтобы разобраться, каким образом в программе может быть сформирована задержка между выполнением команд. Как вы уже знаете, подать на заданный выход 1 или 0 мы можем именно одной командой, а вот чтобы выдержать паузу между выполнениями этих команд, необходимо что-то придумать. Программисты, можете начинать улыбаться, но ведь эта статья и не для них.

Как вы помните, выполняя программу, МК никогда не останавливается. Значит, включив светодиод, нужно загрузить МК работой, которую он будет выполнять нужное нам время, прежде чем перейдёт к выполнению команды выключения светодиода. Обычно загружают МК счётом, т. е. задают определённое число и заставляют вычитать из него единицу, а после каждого вычитания контролировать результат. МК должен снова и снова вычитать единицу из заданного числа. И так до тех пор, пока результат не будет равен нулю. После этого МК переходит к выполнению следующей команды. Согласитесь, не очень сложно. Сложнее определить, какое именно число задать, чтобы МК выдержал нужную нам паузу между командами. Можно, конечно, подобрать это число опытным путём, т. е. задавать разные числа и смотреть, какой длительности получается пауза. Естественно, придётся перебрать множество чисел. Поэтому этот способ применяется для задания очень приблизительных и не очень длительных временных интервалов, как правило, не более нескольких десятков секунд. Ну а если вам надо задать выдержку, например, в два с половиной часа? Согласитесь, опытным путём подобрать такое число просто невозможно. Чтобы задавать более точные, а также более длительные интервалы времени, нужно подсчитать число команд, которые выполняет МК, и умножить их на время выполнения команды.

Давайте посмотрим, как это можно сделать. Возьмите вашу программу "бегущий огонь" и оставьте в ней только первый светодиод, который подключён к выводу 7 МК. Думаю, что вы и сами сможете убрать лишние команды. Вот такая программа должна получиться у вас:

```
; -----ТЕКСТ НАШЕЙ ПРОГРАММЫ------
; ----ПРОГРАММА ГЕНЕРАТОРА с частотой 258,9 кГц, периодом 3,86 мкс------
    clrf GPIO ; установить все биты регистра GP в 0, т. е. погасить все светодиоды
L1  bsf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 1, т. е. зажечь первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
    bcf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 0, т. е. погасить первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
    goto L1        ; перейти на строку с меткой L1
    end ; этот оператор указывает компилятору на окончание листинга программы
;-------ОКОНЧАНИЕ ПРОГРАММЫ-------
```

Если у вас есть цифровой осциллограф, чтобы измерять параметры получившихся импульсов, тогда всё просто замечательно, и вы сможете наблюдать на экране осциллографа длительность выполнения и отдельных команд и всей этой программы задержки. Заодно и проверите, совпадают ли теоретические выкладки практическому результату. Если же цифрового осциллографа нет, тогда придётся поверить даташиту. Осциллограмма этого сигнала приведена на **рис. 5**.

Хотя всё и так понятно, приведу немного пояснений к этой осциллограмме. Мы видим, что единица присутствует на выходе МК 1 мкс, а ноль присутствует 3 мкс. Объясню, почему это так. Из даташита мы знаем, что команды выполняются либо за один, либо за два машинных цикла. Машинный цикл состоит из четырёх тактов генератора. Таким образом, если тактовый генератор имеет частоту 4 МГц, время выполнения команд составит либо 1 мкс, либо 2 мкс. Сколько машинных циклов выполняет каждая команда, можно узнать из таблицы 10-2 "Список команд МК PIC12F629/675" [4, с. 75]. Команды **bsf** и **bcf** выполняются за 1 мкс, а команда **goto** — за 2 мкс. Поэтому длительность единицы — 1 мкс, а длительность нуля — 3 мкс.

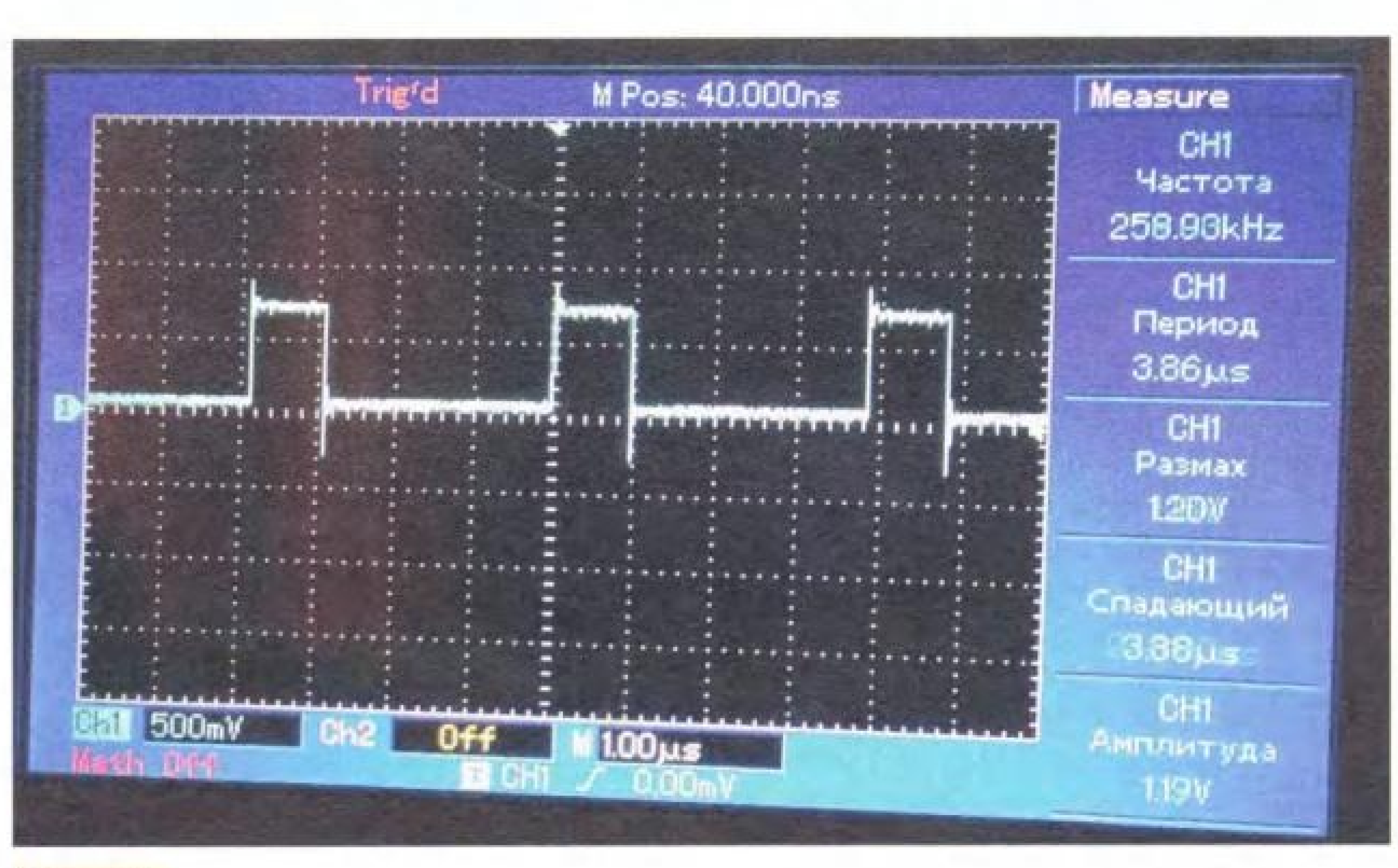


Рис. 5

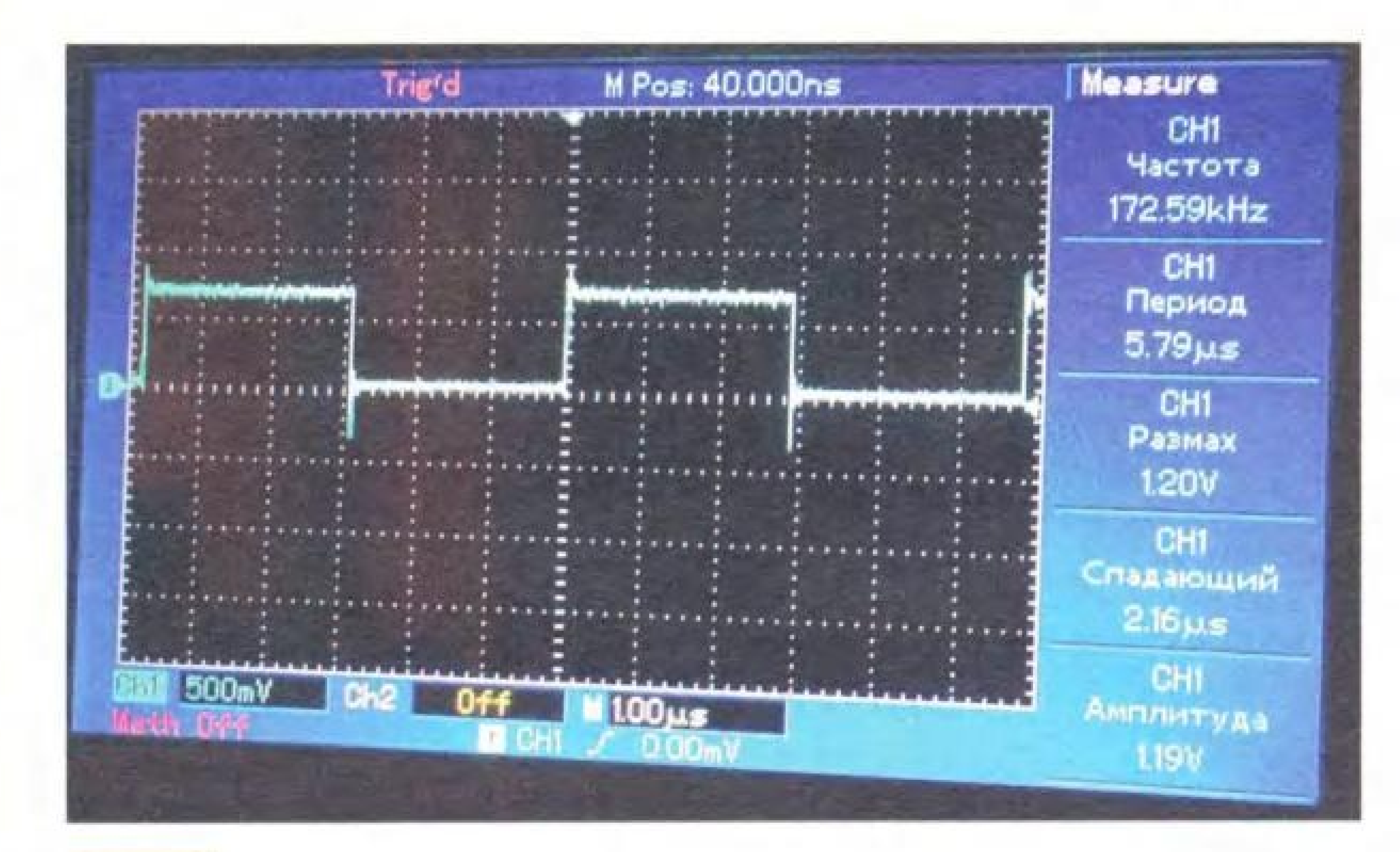


Рис. 6

Ну а если вы захотите получить меандр, нужно всего лишь продлить время, в течение которого единица продолжает оставаться на выходе МК, после её подачи. Сделать это можно, задержав единицу на выходе на 2 мкс, прежде чем сбрасывать выход в ноль. Сделать это можно очень просто. Найдите в "Таблице команд PIC12F629/675" команду **nop**. Встретив в программе эту команду, МК не выполняет никаких действий, а просто переходит к следующей команде. На первый взгляд, эта команда вроде как бы бесполезная, но выполняя её, т. е. ничего не делая, МК будет занят 1 мкс. Поэтому одно из применений этой команды — создавать небольшие задержки в программе. Именно так поступим и мы, т. е. добавим две команды **nop** перед командой сброса выхода в ноль. Таким образом, мы можем менять длительности и единицы и нуля в импульсе. Естественно, это приведёт к уменьшению частоты и увеличению периода следования импульсов.

```
; -----ТЕКСТ НАШЕЙ ПРОГРАММЫ------
;--программа генератора меандра с частотой 172,6 кГц, периодом 5,79 мкс----
    clrf GPIO      ; установить все биты регистра GP в 0, т. е. погасить все светодиоды
L1  bsf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 1, т. е. зажечь первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
    nop            ; нет операции, время выполнения команды — 1 мкс
    nop            ; нет операции, время выполнения команды — 1 мкс
    bcf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 0, т. е. погасить первый светодиод, подключённый к выводу 7 МК
    goto L1        ; перейти на строку с меткой L1
    end            ; этот оператор указывает компилятору на окончание листинга программы
;-------ОКОНЧАНИЕ ПРОГРАММЫ-------
```

Осциллограмма этого сигнала приведена на **рис. 6**. Как мы видим, эта программа выдаёт идеальный меандр, т. е. длительность импульса и паузы одинакова. Правда, из-за этого частота уменьшилась до 172,6 кГц. Уверен, что теперь и вы сможете самостоятельно написать программу генератора импульсов с необходимой вам скважностью!

Идём далее. Вы уже поняли, что, используя в программе команды **nop**, можно увеличить период сигнала до

нескольких десятков микросекунд. Но для получения периода большой длительности этот способ, конечно же, не подходит. Чтобы получить период длительностью в 1 с, придётся написать 1 млн команд **nop**. Согласитесь, это просто невозможно! А если потребуется выдержка времени длительностью несколько минут или даже часов?!

Конечно же, для создания выдержки такой длительности существуют другие способы. Об одном уже говорилось выше — задать число и заставить МК вычитать из него единицу, сравнивая при этом получившийся результат с нулём.

Составим алгоритм такой программы, а затем и напишем её.

1. Загружаем в ячейку памяти, которую назовём **time_1**, число от 1 до 255 (поскольку в нашем МК все ячейки памяти восьмиразрядные, 255 — это максимальное число, которое можно записать в ячейку). Мы запишем число 169. Немного позже объясню, почему именно 169.

2. Вычитаем из этой ячейки **time_1** единицу.

3. Проверяем результат на равенство его нулю.

4. Если результат не равен нулю, возвращаемся в пункт № 2, чтобы вновь вычесть единицу. Если же результат равен нулю, значит, МК выполнил заданное количество вычитаний и можно продолжать выполнять основную программу.

Я считаю, что этот алгоритм вам необходимо увидеть. Вот как он выглядит в графическом изображении (**рис. 7**).



Рис. 7

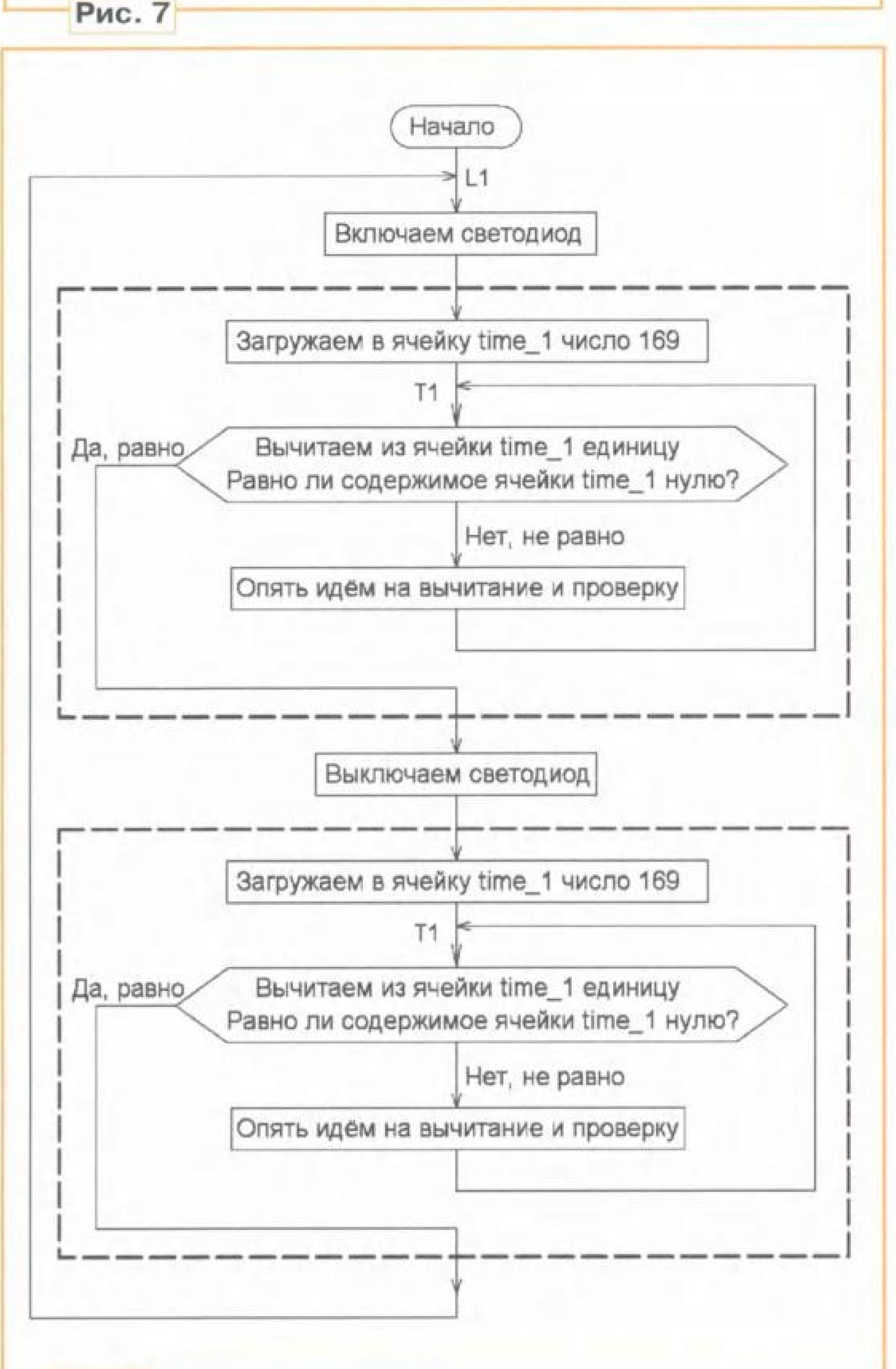


Рис. 8

Переходим к написанию программы, выполняющей данный алгоритм. Программисты, этот абзац не читаем, он не для вас! А электронщики записывают в тетрадочку следующую информацию. В ассемблере нельзя напрямую записать число в ячейку памяти или в какой-либо регистр. К сожалению, это так. Но существует регистр, который называется аккумулятор. Его смело можно назвать самым главным регистром, потому что он присутствует почти во всех действиях, которые программист производит с остальными регистрами, ячейками памяти и т. п. Чтобы записать число в нашу ячейку памяти **time_1**, надо сначала записать это число в аккумулятор, а затем переслать его из аккумулятора в нашу ячейку памяти **time_1**. Не понятно, почему это так, но придётся привыкнуть к этому правилу.

Опять обращаемся к таблице 10-2 "Список команд МК PIC629/675" [4]. В ней мы находим команду, записывающую число в аккумулятор. Эта команда **movlw k**, где k — это наша константа, т. е. наше число. Чтобы не перегружать вашу память, можете пока не заострять внимание на способах представления чисел в ассемблере, а просто запомнить, что десятичные числа записываются так: **d'169'**, т. е. 169 — это десятичное число, которое мы хотим записать в аккумулятор. Теперь вы можете написать эту команду, она будет выглядеть так: **movlw d'169'**.

Затем нам надо найти в таблице команду, которая перешлёт число 169 из аккумулятора в ячейку памяти под названием **time_1**. Эта команда — **movwf f**, где **f** — это ячейка памяти, или регистр, куда необходимо загрузить число из аккумулятора. Наша ячейка памяти называется **time_1**. Теперь вы можете написать и эту команду, она выглядит так: **movwf time_1**.

Итак, первый пункт алгоритма мы выполнили. Программисты весело смеются, а электронщики, скорее всего, тяжко вздохнули. Если первый пункт потребовал целых две команды, что же будет дальше? Ведь надо переходить ко второму пункту — вычитать из ячейки **time_1** единицу. А впереди уже маячит и третий пункт — проверить результат. Затем надвигается что-то совсем уж страшное — пункт четвёртый. В нём каким-то образом нужно определить, равен ли результат вычитания нулю или нет? Если не равен, надо отправиться на пункт № 2, а если равен, пауза

окончилась и можно переходить к основной программе.

Не удивляйтесь, я прекрасно знаю, что вы сейчас думаете. Ведь если для выполнения первого пункта потребовалось целых две команды, сколько же команд потребуется сейчас? Дорогие начинающие программисты и умудрённые опытом электронщики, здесь вас ждёт приятная новость! Все оставшиеся пункты выполняются всего одной командой — **decfsz f**, где **f** — это ячейка памяти, или регистр, из которого вычитается единица. Встретив эту команду, МК вычтет из нашей ячейки памяти **time_1** единицу, затем проверит результат на его равенство нулю. Если результат окажется не равным нулю, МК перейдёт на выполнение команды, которая стоит сразу за командой **decfsz f**, а если результат окажется равным нулю, тогда он перепрыгнет её и выполнит стоящую за ней следующую команду! Это мы используем следующим образом — поставим сразу за командой **decfsz f** команду **goto**, которая отправит МК снова на команду **decfsz f**, т. е. снова выполнять вычитание единицы из нашей ячейки памяти **time_1** и вновь проверять результат на равенство его нулю! Этот приём называется циклом. Таким образом, МК будет выполнять этот цикл, пока в результате очередного вычитания в нашей ячейке памяти **time_1** не останется ноль. Тогда он просто "перепрыгнет" команду **goto** и перейдёт к выполнению следующей за ней команды. Всё, задержка окончилась! Надеюсь, всё понятно, и теперь вы сможете написать эту программу паузы. Вот она (сравните её с той, которую написали вы сами):

```
    movlw  d'169'   ; загружаем в аккумулятор число 169 (может быть от 1 до 255)
    movwf  time_1   ; пересылаем его из аккумулятора в ячейку памяти time_1
    T1  decfsz  time_1   ; вычитаем из ячейки памяти time_1 единицу и проверяем результат
    goto T1          ; если результат не равен нулю, выполняем команду goto T1, т. е. идём на третью строку
    ; если результат равен нулю, "перепрыгиваем" команду goto T1 и идём дальше
```

Ещё раз объясню, как работает эта программа. Число 169 загружается в аккумулятор (первая строка), во второй строке оно пересылается в ячейку памяти **time_1**. В третьей строке вычитается из ячейки памяти **time_1** единица и проверяется результат. Если результат не равен нулю, выполняется следующая команда, стоящая в четвёртой строке — **goto T1**, которая отправляет МК вновь на третью строку опять вычитать из ячейки памяти **time_1** единицу и проверять результат. И это действие будет повторяться 169 раз, пока в ячейке памяти **time_1** не окажется ноль. Тогда МК "перепрыгнет" команду **goto T1** и перейдёт к выполнению команды, стоящей в пятой строке, т. е. пауза закончилась. МК был занят около 506 мкс.

Теперь напишем программу генератора сигнала меандра с частотой примерно 999 Гц. Её алгоритм показан на **рис. 8**. Понятно, что для того, чтобы длительность импульса равнялась длительности паузы, эту программу задержки необходимо вставлять и после команды установки бита GP0 в 1, т. е. подачи единицы на выход, и после подачи команды установки бита GP0 в 0, т. е. подачи на выход нуля.

Вот листинг этой программы.

```
;-----ТЕКСТ НАШЕЙ ПРОГРАММЫ-------
; -ПРОГРАММА ГЕНЕРАТОРА МЕАНДРА С ЧАСТОТОЙ 999 Гц, ПЕРИОДОМ 1 мс
    clrf  GPIO        ; установить все биты регистра GP в 0
L1  bsf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 1, т.е. подать 1 на вывод 7 МК
;-------------ЗАДАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА-------------------------------
    movlw  d'169'  ; загружаем в аккумулятор число 169
    movwf  time_1 ; пересылаем его из аккумулятора в ячейку памяти time_1
T1  decfsz  time_1  ; вычитаем из ячейки памяти time_1 единицу и проверяем результат
    goto T1            ; если результат не равен нулю, выполняем команду goto T1
                       ; если результат равен нулю, пропускаем команду goto T1
;-------------------------------------------
    bcf GPIO, GP0  ; установить бит GP0 в 0, т. е. подать 0 на вывод 7 МК
;--ЗАДАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПАУЗЫ---
    movlw  d'169'  ; загружаем в аккумулятор число 169
    movwf  time_1 ; пересылаем его из аккумулятора в ячейку памяти time_1
T2  decfsz  time_1  ; вычитаем из ячейки памяти time_1 единицу и проверяем результат
    goto T2       ; если результат не равен нулю, выполняем команду goto T2
                  ; если результат равен нулю, пропускаем команду goto T2
;-------------------------------------------
    goto L1 ; перейти на строку с меткой L1, т. е. переходим на начало программы
    end ; этот оператор указывает компилятору на окончание листинга программы
;-------ОКОНЧАНИЕ ПРОГРАММЫ-------
```

Небольшое пояснение, почему появилась метка **T2** во второй программе паузы, хотя всё остальное абсолютно одинаково. Дело в том, что в одной программе не должно быть двух одинаковых меток в разных командах **goto**, иначе процессор запутается, на какую метку переходить при выполнении этих команд. Если всё-таки по недосмотру в программе окажутся одинаковые метки после разных команд **goto**, компилятор выдаст ошибку и укажет, в каких строках они находятся.

Если у вас есть цифровой осциллограф, подключайте его к выводу 7 МК и сами снимайте параметры сигнала при различных значениях, загружаемых в ячейку памяти **time_1**.

Максимальная частота следования импульсов, генерируемых этой программой, — примерно 44,7 кГц (период — 22,38 мкс). Вы уже поняли, что максимальная частота будет, если в ячейку памяти **time_1** загрузить 1, а если загрузить 255, то частота будет примерно 667,5 Гц (период — 1,5 мс). Кстати, число 169 было взято не просто так! В этом случае частота сигнала, вырабатываемая нашей программой, будет равняться примерно 999,7 Гц, а период соответственно примерно 1 мс. Немного позже вы увидите, зачем подобрана именно такая частота. Сразу отмечу, что приведённые значения справедливы при меандре, т. е. одно и то же число (от 1 до 255) должно быть загружено и в ту часть программы, в которой формируется длительность, и в другую часть, где формируется пауза.

Но никто не запрещает нам загрузить разные числа. Тогда мы получим сигнал, в котором будут разные длительности импульса и паузы, т. е. разная скважность. Конечно же, поменяется и период и соответственно частота импульсов. Предлагаю вам самим поэкспериментировать с разными числами и самим вывести зависимость частоты и скважности выходного сигнала от этих чисел.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгий А.** Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 5, с. 17—19; № 6, с. 24—26; № 7, с. 19—21; № 8, с. 28—31; № 9, с. 22—24; № 10, с. 14—16; № 11, с. 19—21; № 12, с. 23—25; Радио, 2002, № 1, с. 1—19.

2. **Долгий А.** О настройке тактового RC-генератора, встроенного в МК PIC12F629 и PIC12F675. — Радио, 2009, № 3, с. 22, 23.

3. **Гладштейн М.** Проектируем устройства на микроконтроллерах. — Радио, 2000, № 11, с. 25, 26; № 12, с. 20—23.

4. Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microcip Tecnolodgi Incorporated PIC 12F629, 12F675. — URL: **http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/PIC12F629_675.pdf** (27.11.20).

(Окончание следует)

"Вторая жизнь" модулей защиты Li-Ion аккумуляторов

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Li-Ion аккумуляторы являются, наверное, самыми массовыми источниками автономного питания. Многие из этих аккумуляторов, особенно те, которые предназначены для питания относительно малогабаритных гаджетов (сотовые телефоны и т. д.), имеют встроенный модуль защиты (**рис. 1**). Основное назначение этого модуля — предохранить аккумулятор от перезарядки, перегрузки по току и от КЗ, а также чрезмерной разрядки. Основные компоненты этого узла — специализированная микросхема и сборка (2 шт.) полевых транзисторов с n-каналом. Кроме того, в состав

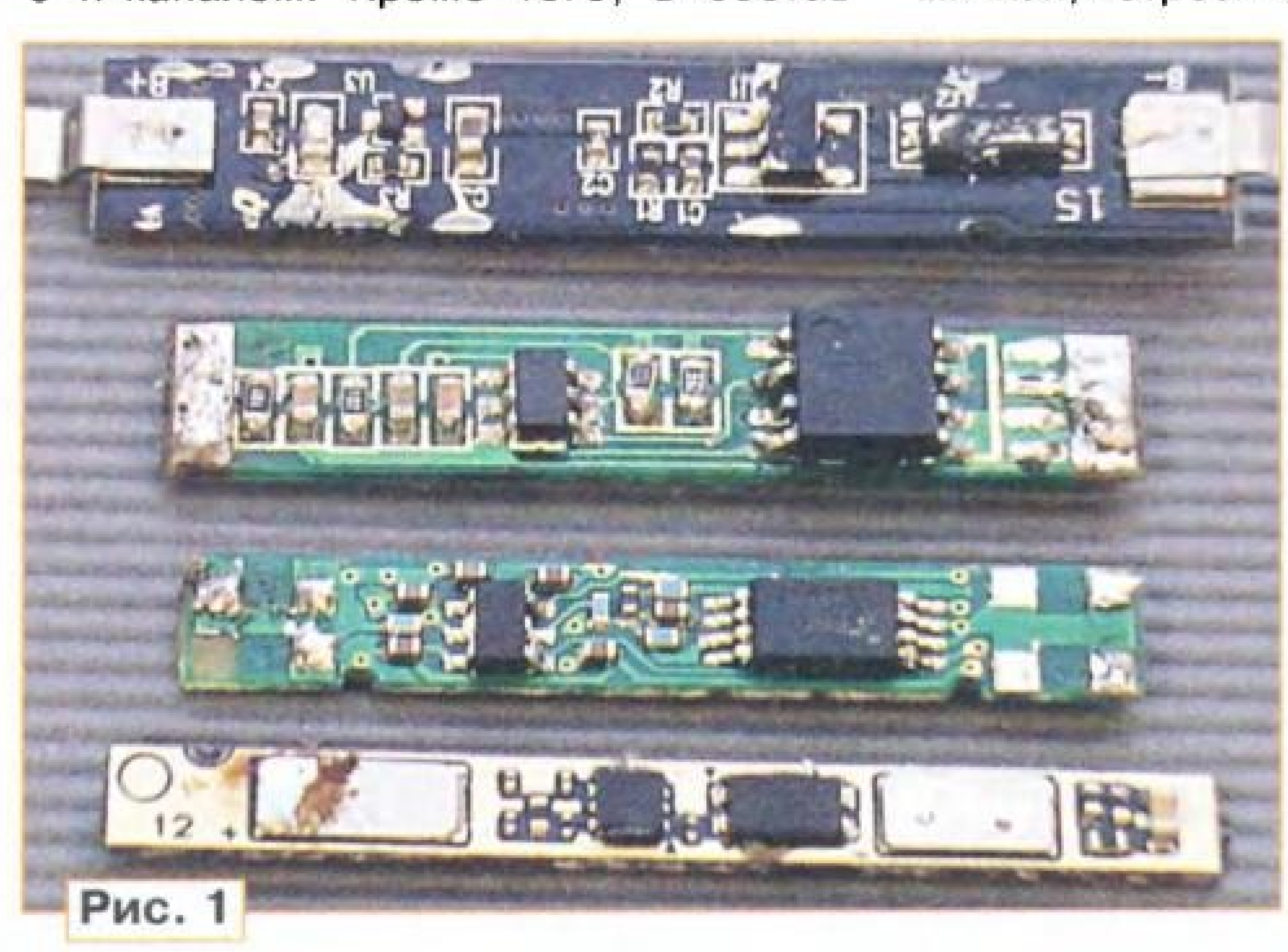


Рис. 1

модуля входят и другие элементы: резисторы, иногда терморезистор и конденсаторы. Терморезистор применяется для контроля температуры аккумулятора.

Специализированная микросхема — в большинстве случаев DW01-P [1] и её многочисленные клоны. Впрочем, возможно, она сама является клоном. Эта микросхема в корпусе SOT-23-6, а её структурная схема показана на **рис. 2**. Аккумулятор подключают к контактам VCC и GND. К этим контактам подключены два встроенных компаратора, которые контролируют напряжение аккумулятора. Вход CS предназначен для контроля тока аккумулятора, за это отвечают ещё три компаратора, подключённых к этому входу. Выходы OD и OC предназначены для управления полевыми транзисторами. Следует отметить, что микросхема очень экономичная, потребляемый ток — несколько микроампер. Примеры транзисторных сборок — FS82205A [2] и AO8814 [3], их отличительная особенность — стоки транзисторов объединены. Эта и другие аналогичные сборки могут быть в корпусах SOT-23-6, SO-8, TSSOP-8. Транзисторы допускают протекание через них тока до 4...6 А и обладают малым сопротивлением открытого канала (0,025 Ом) и небольшим напряжением открывания (0,4...1 В).

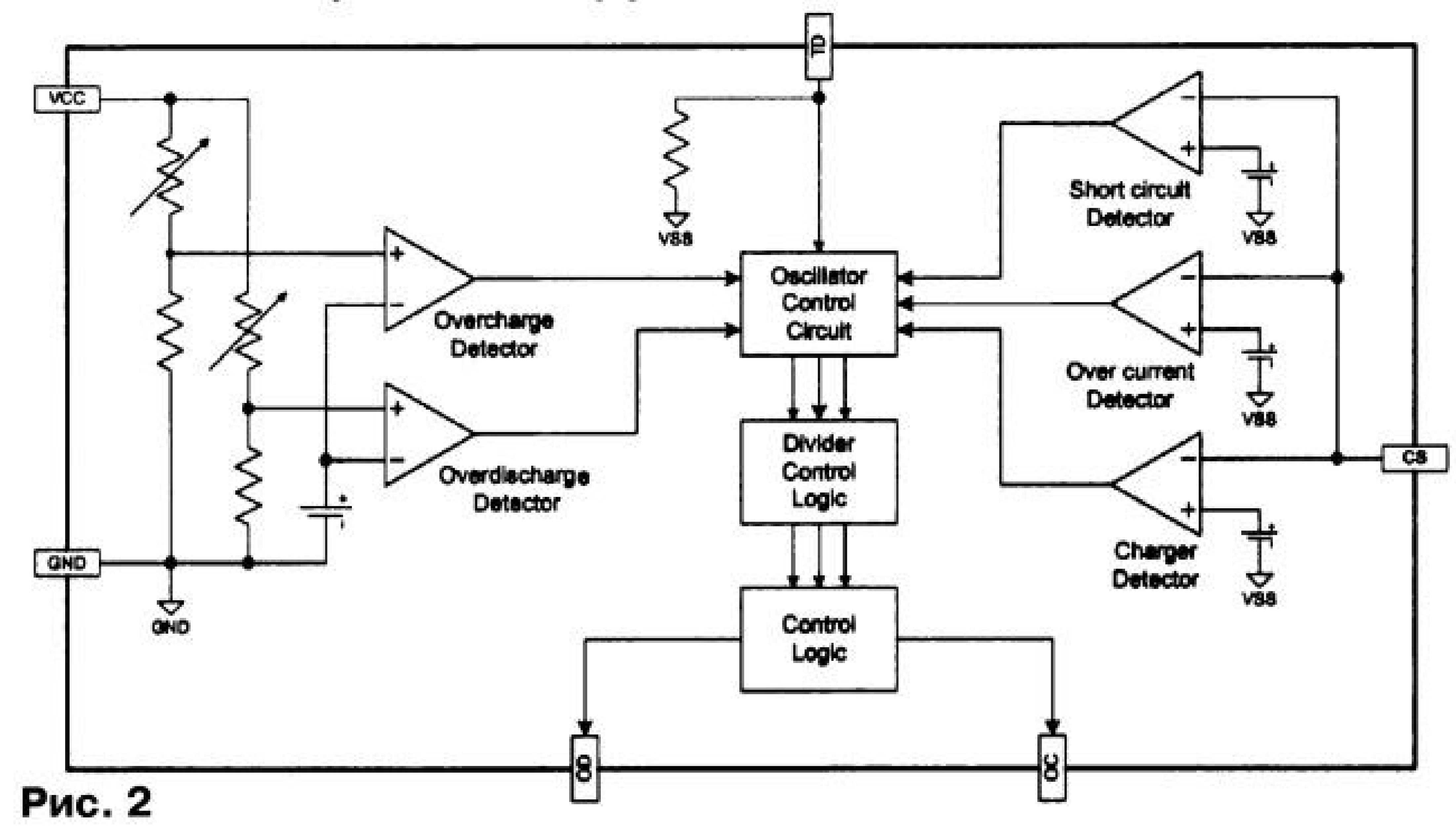


Рис. 2

Микросхему и транзисторную сборку, конечно же, можно демонтировать с платы модуля защиты и использовать отдельно, но и для целого модуля найдётся работа. Простой классический вариант схемы модуля защиты показан на **рис. 3**. Следует отметить, что практически во всех случаях контакты XT1 и XT2 соединены на плате модуля. Не вдаваясь в подробности, можно отметить, что в зависимости от напряжения аккумулятора и режима работы (зарядка или разрядка) могут быть открыты или закрыты один или два транзистора. В режиме разрядки транзисторы открыты, и сопротивление их каналов используется как датчик тока. Если ток нагрузки превысит несколько ампер, транзисторы закрываются, защищая аккумулятор от перегрузки по току или КЗ в цепи нагрузки. При снижении напряжения аккумулятора ниже минимального значения один из транзисторов закрывается, прекращая дальнейшую разрядку. Если в процессе зарядки напряжение аккумулятора превысит максимальное значение, закроется один из транзисторов, прекращая зарядку.

XT1 +Акк.; XT2 -Акк.; R2 100; C1 100 н; DA1 DW01-P (Vcc, GND, CS, BP, OC, OD); R1 1 к; VT1; XT3 +Вход/Выход; XT4 -Вход/Выход; Модуль защиты

Рис. 3

Эти функции модуля защиты позволяют сделать на нём пороговое устройство, например индикатор напряжения или устройство защиты от перегрузки по току и КЗ. Если модуль собран на микросхеме DW01-P, светодиоды можно подключить к её выходам OD (вывод 1) и OC (вывод 3), которые управляют полевыми транзисторами (см. рис. 2 и рис. 3). Если подключить светодиод повышенной яркости к выводу 3, при напряжении на контактах XT1, XT2 менее 4,2 В (но не меньше номинального напряжения светодиода) он будет светить. При напряжении на контактах XT1, XT2 более 4,2 В светодиод погаснет. Подключать светодиод можно без токоограничивающего резистора, поскольку выходной ток вывода 3 мал и яркость свечения светодиода будет невелика. Но у некоторых типов модулей такой вариант подключения светодиода приводил к неустойчивой работе индикатора.

(Окончание следует)

Ответы на викторину "Arduino: программная часть-3"

("Радио", 2021, № 3, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 1. Сервопривод SG90 во время работы при напряжении 5 В потребляет ток около 180 мА. Если на вал надет якорь (самодельщики называют его качалкой), под нагрузкой ток возрастает до 300 мА, а при заклинивании — до 600...700 мА. Такие броски тока могут значительно просаживать питание устройств, подключённых параллельно цепям питания сервопривода. Например, в микроконтроллере платы Arduino может сработать узел защиты BOD (**B**rown-**O**ut **D**etection), что приведёт к принудительному перезапуску программы.

Чтобы не было сбоев в работе электроники, питание сервопривода и Arduino стараются разделять, а если питание совместное, то применять мощный стабилизатор. В простейшем случае берут разные батареи, например, от "Кроны", напряжение 9 В поступает на Arduino, а четыре элемента типоразмера AA по 1,5 В обеспечивают напряжением 6 В сервопривод.

2. Ответ — 0. Назначение скетча — удержание качалки сервопривода в неподвижном состоянии на время, необходимое для индикации одной буквы алфавитного тренажёра. Известно, что у любого аналогового сервопривода есть три провода: VCC — плюс питания, GND — общий, PWM — вход импульсов управления. Поворот качалки обеспечивается разной шириной управляющих импульсов при постоянной частоте повторения 50 Гц (**рис. 1**). Метод является разновидностью ШИМ и носит название PDM (**P**ulse-**D**ensity **M**odulation). Период 20 мс заимствован из стандарта для аналоговых радиоуправляемых моделей PPM (Pulse Position Modulation). В нём используются импульсы управления: 1 мс (влево), 1,5 мс (середина), 2 мс (вправо). В современных сервоприводах интервал длительностей расширен, поэтому в программах Arduino импульсы могут быть 544...2400 мкс.

В рассматриваемом скетче генерация управляющих импульсов PWM производится "вручную" с помощью интервалов времени **delayMicroseconds()** при установке лог. 0 и лог. 1 на цифровом выходе 7 Arduino. Суммарное время задержки в строках 8 и 10 будет одинаковым — 10000 мкс (10 мс = 0,01 с) вне зависимости от содержимого массива данных **tabl[x][y]**. Время выполнения оператора в строке 9 меньше микросекунды, им можно пренебречь.

3. Ответ — 1. Назначение скетча — плавное изменение угла поворота качалки вызовом процедуры **SerPovorot()**. В программе используется библиотека функций **Servo.h** (строка 2) с указателем на сервопривод, который подключается к линии 7 Arduino (строки 3, 5, 7). Изменение угла поворота производится функцией **servo1.write(a)**, где переменная **a** определяет угол в градусах. В строке 13 эта переменная уменьшается с 128 до 28, обеспечивая плавность движения.

Замена сервопривода SG90 серводвигателем постоянного вращения SG90-HV [1] приведёт к неработоспособности устройства. Дело в том, что в SG90 качалка поворачивается на 180 градусов, а в SG90-HV — на 360 градусов. Импульсы управления нужны в обоих случаях, но в SG90 функция **servo1.write()** задаёт угол поворота, а в SG90-HV — скорость и направление вращения вала.

На заметку. В настоящее время название SG90 стало нарицательным для обозначения множества однотипных микросервоприводов массой около 9 г. Исходная разработка тайваньской фирмы Tower Pro была быстро растиражирована в Китае под разными брендами: SG90R, HWAYEH SG90, NHYTech SG90, Feetech FC90R, K-Power Sg90, AS-SG90, Racerstar SG90. В каждом конкретном случае надо внимательно изучать документацию, чтобы вместо аналогового SG90 не приобрести цифровой SG90 или SG90 с непрерывным вращением. А на будущее имеет смысл присмотреться к другим, более выносливым моделям, например TGY-9025MG [2].

4. Ответ — 1. Назначение скетча — выбор очередной точки для рисования изображения фломастером, управляемым через сервопривод. Образ рисуемой картинки попик-

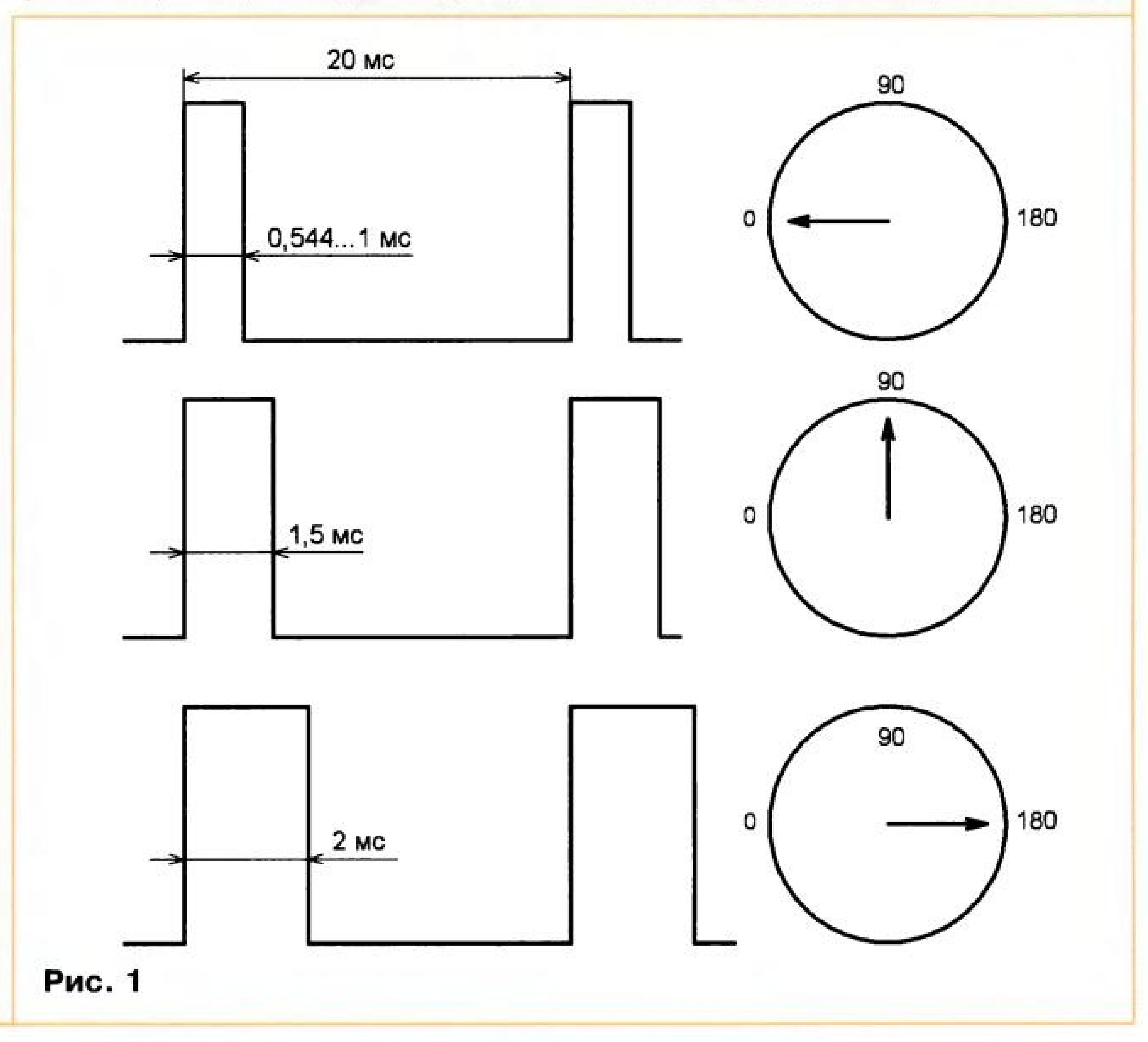


Рис. 1

сельно размещается в таблице **tablB[38]**. Каждая из 38 строк таблицы содержит 64 бита, итого 304 байта. Можно ли увеличить размер изображения, добавив новые строки в массив? Теоретически можно, но надо знать меру, которая определяется объёмом памяти микроконтроллера. В рассматриваемом устройстве применяется плата Arduino UNO с микроконтроллером ATmega328 и объёмом памяти ОЗУ 2048 байт. Массив **tablB[255]**, упоминаемый в вопросе, занимает место 2040 байт. Казалось бы, этого достаточно для работы, но в исходном скетче **pikseliA.ino** есть ещё переменные, занимающие место в памяти. Как следствие, попытка провести сборку полного авторского проекта с 255 строками массива **tablB[]** приводит к ошибке компиляции.

5. **Ответ — 0**. История применения сервоприводов в любительских конструкциях берёт начало с дистанционно управляемых моделей (авиа, авто и т. д.), объединённых термином RC (**R**adio **C**ontrolled). Считается, что для изменения углов наклона элеронов, рулей высоты, колёс автомоделей интервала ±90 градусов больше, чем достаточно. Соответственно, подавляющее большинство сервоприводов, к которым относится и SG90 (**рис. 2**), имеют стандартные углы 0...180 градусов (класс Servo-180), без возможности их программной модификации.

Существуют также сервоприводы класса Servo-270. Их меньше по номенклатуре, и, как следует из названия, они обеспечивают углы поворота 0...270 градусов. Пример — сервопривод DM-S0090D-300, который по массе, габаритным размерам и техническим параметрам очень похож на SG90. Именно его можно рекомендовать в качестве правильного ответа на вопрос.

6. **Ответ — 1**. Назначение скетча — обеспечить поворот качалки сервопривода A2 в такт с вращением движка переменного резистора R1. Напряжение со среднего вывода резистора R1 поступает в канал АЦП Arduino и оцифровывается в строке 11 скетча. Напряжению 0 В соответствует число 0, напряжению 5 В — число 1023. В строке 12 оператором **map** интервал 0...1023 пропорционально сужается до −20...+20. Уравнение преобразования: 40X+1023Y=20460 (**рис. 3**).

По условиям задания с АЦП Arduino выдаётся число 400, это по оси X. Координата по оси Y составляет 4,359 (точка A на рис. 2). Оператор **map** округляет результат до большего целого, следовательно, переменная **da3=5**. Если учесть начальный угол поворота в переменной **a03=105** (строка 4), то сервопривод A2 повернётся в сумме на 105+5=110 градусов (строка 13).

7. **Ответ — 0**. Назначение скетча — исследование функции **f_(byte k)** для подъёма и опускания "пера", которое механически связано с сервоприводом A2. Время подъёма и опускания зависит от начального и конечного углов поворота качалки, а также от паузы времени между приращениями углов. Анализ скетча показывает, что качалка сервопривода движется между углами 85 и 110 градусов. Нижнее значение непосредственно указано в строках 8 и 10 скетча, верхнее — в переменной **a03**. Разность углов — 25 градусов.

Интервал времени при каждой итерации угла поворота определяется функцией **delay(n)** 15 мс в строках 9 и 12. Но к этому надо ещё добавить задержку, связанную с инерционностью сервопривода. В справочных данных [3] приводится время поворота качалки на угол 60 градусов за 0,12±0,01 с при питании 4,8 В, что в пересчёте составляет 2 мс на градус. Суммарное время задержки — 15+2=17 мс, следовательно, переход в 25 градусов будет длиться 425 мс.

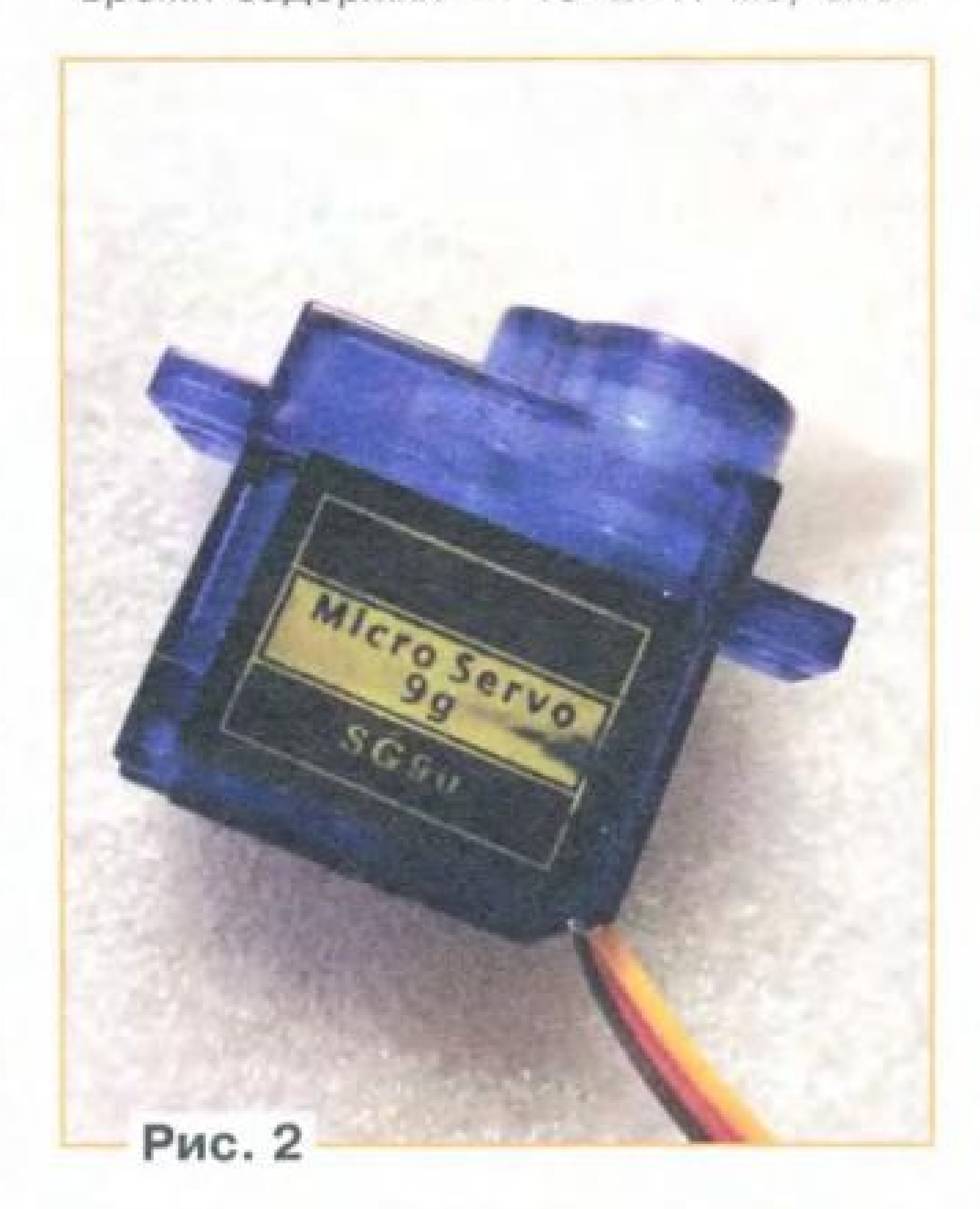


Рис. 2

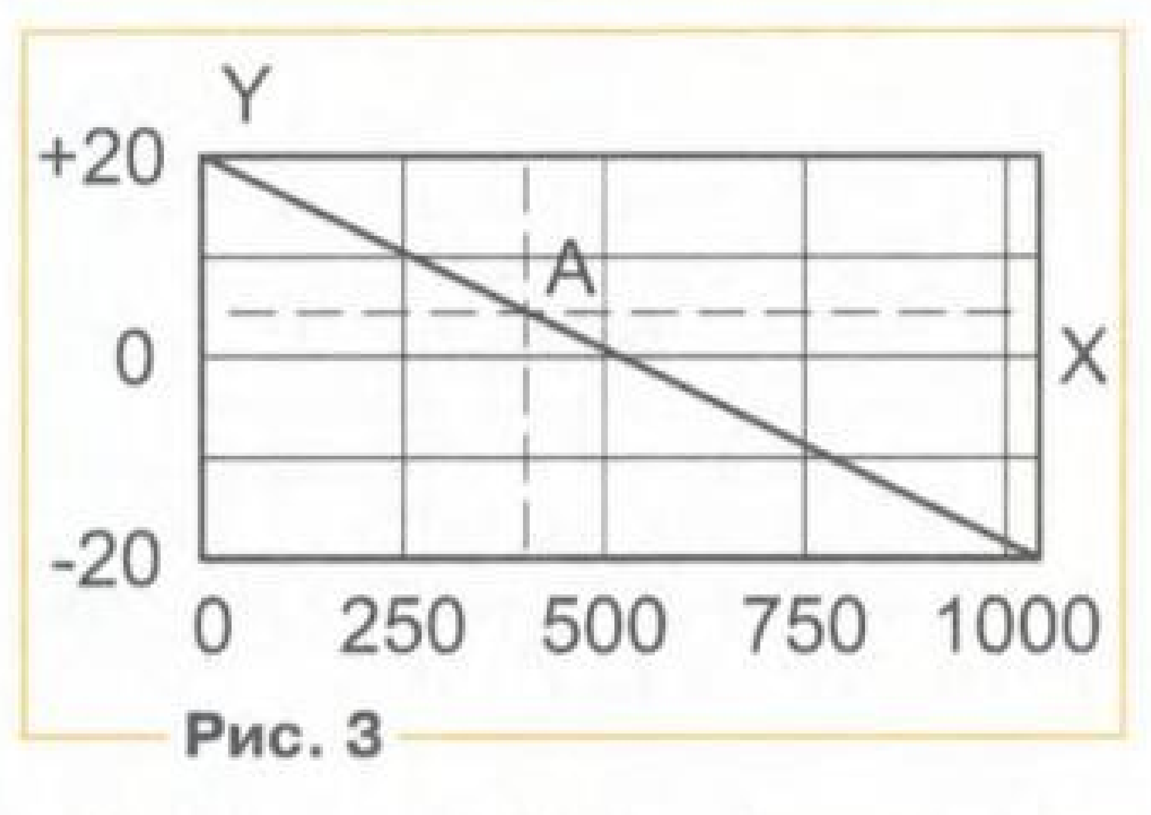


Рис. 3

Важный момент. Параметр быстродействия указывается без нагрузки на валу. Кроме того, в реальном экземпляре сервопривода задержка может отличаться от паспортной, поэтому в ответе на вопрос фигурирует слово "примерно". Главное — в расчётах не ошибиться в порядке результата, ведь 425 мс и 125 мс — большое различие.

8. **Ответ — 1**. Назначение скетча — выполнить перемещение качалки сервопривода в секторе 20...140 градусов, в зависимости от напряжения, снимаемого со среднего вывода резистора R1. Величина угла поворота хранится в переменной **pos** (строка 10). Если строку 11 изменить, как предлагается в вопросе, нижнему по схеме положению движка резистора R1 будет соответствовать угол 0, а верхнему — 180 градусов. Это полный размах для сервопривода SG90 согласно его документации.

Однако SG90 является аналоговым аппаратом с обратными связями, в котором электрическая и механическая части могут в сумме давать погрешность до 5...10 %. Следовательно, работа вблизи 0 и 180 градусов может сопровождаться неприятными явлениями, характерными для заклинивания вала, — дребезгом, жужжанием или подёргиванием качалки. Таких примеров много на практике, особенно у начинающих. Долго находиться в таком положении сервоприводу нежелательно, механические элементы быстро исчерпают свой ресурс.

Опытные самодельщики рекомендуют проводить для каждого экземпляра сервопривода тестирование на предмет запаса по интервалу углов, для чего надо использовать скетч Knob.ino из каталога примеров библиотеки Servo среды Arduino IDE 1.8.13. В своих разработках желательно применять операторы наподобие **pos=map(analogRead(A2), 0, 1023, 5, 175);** или **myservo.attach(7, 600, 2100);**, ограничивая длительности управляющих импульсов.

9. **Ответ — 1**. Как известно, в плате Arduino UNO имеются 14 цифровых и 6 аналоговых линий портов. Последние могут использоваться как обычные цифровые выходы GPIO, следовательно, общее число доступных выходов составляет 20 (линия PC6, совмещённая с контактом сброса RESET, не в счёт). К каждому цифровому выходу можно подключить один сервопривод, итого их тоже будет 20. Управляющие импульсы при этом необходимо формировать "вручную", через задержки времени, аналогично скетчу в вопросе 2, поскольку использование библиотеки функций Servo.h сразу уменьшает число доступных сервоприводов до 12.

10. **Ответ — 0**. Назначение скетча — начальный запуск двух сервоприводов A2 и A3. Здесь за-

дача от обратного — по имеющейся в скетче информации надо определить, какой сервопривод назначается как **myservoRT**, а какой как **myservoGL**. Для начала надо проанализировать строки 5, 9, 10, из которых следует, что сервопривод **myservoGL** повернётся на 90, а **myservoRT** — на 60 градусов. Вывод — искомым для ответа на вопрос является первый из них. Теперь внимание на строку 8, где указано, что сервопривод **myservoGL** соединяется с линией 6 Arduino. На электрической схеме из вопроса 9 видно, что к линии 6 подключается сервопривод А2.

11. **Ответ — 1**. Назначение скетча — остановка двух сервоприводов А2 и А3 через 2 мин после начала работы. Время работы задаётся числом миллисекунд 120000 в строке 8, при этом учитывается, что переменная **Y3=0** (строка 5). По условиям вопроса **Y3=12000**, значит, количество миллисекунд, после которого условие в операторе **if** в строке 8 станет истинным, увеличится до 132000. Перевод миллисекунд в минуты даст искомый результат — 2,2.

12. **Ответ — 0**. Назначение скетча — начальная инициализация сервоприводов А2, А3 для дальнейшей работы. Как известно, в скетчах Arduino есть две стандартные функции: **setup()** — выполняется однократно, служит для начальных установок; **loop()** — выполняется в бесконечном цикле, служит для размещения "тела" программы. В рассматриваемом примере внутри функции **loop()** пусто, т. е. программа сначала выполняет операторы, находящиеся в функции **setup()**, а затем зацикливается в функции **loop()** до нажатия на кнопку сброса или выключения питания.

Существует правило, согласно которому функции **setup()** и **loop()** являются обязательными для скетчей Arduino. Если одну из них удалить, переименовать или закомментировать, то компилятор выдаст ошибку **undefined reference to**.

13. **Ответ — 0**. На **рис. 4** приведена типовая структурная схема сервопривода, аналогичного SG90. Транзисторы VT1—VT4 образуют так называемый Н-мост. Через него по сигналам от контроллера DD1 на двигатель постоянного тока M1 подаётся питание положительной или отрицательной полярности. Следовательно, вал двигателя крутится по или против часовой стрелки. В системе имеется датчик положения, выполненный на переменном резисторе R1, который физически связан с валом двигателя. Через него организуется обратная связь, позволяющая контроллеру формировать сигналы, передвигающие вал, а значит, и резистор, на строго определённый угол.

Из приведённой схемы ясно, что наиболее уязвимым элементом при переполюсовке питания является контроллер DD1. В разных сервоприводах встречаются разные микросхемы контроллеров, например, Agamem AA51880, Hitec HT7003, YT2462B [4]. Но, судя по многочисленным сообщениям из Интернета, все они подвержены выходу из строя при неверной подаче питания. Повторять такие опыты не рекомендуется.

Избежать аварии можно, если первое включение сервопривода производить через диод Шоттки, аналогичный 1N5817, включённый анодом к плюсу источника питания. Вторая рекомендация — научиться правильно идентифицировать цветовую окраску проводов, выходящих из сервопривода, согласно **таблице**. Мнемонические правила для запоминания: общий провод GND — самый тёмный, провод управления PWM — самый светлый; провод питания VCC ассоциируется с Международной организацией "Красный Крест": "красный" — цвет провода, "крест" — плюс питания.

Рис. 4

Изготовитель сервопривода	Цвет провода VCC	Цвет провода PWM	Цвет провода GND
Futaba, Cirrus	Красный	Белый	Чёрный
JR	Красный	Оранжевый	Коричневый
Hitec	Красный	Жёлтый	Чёрный
Airtronic-Z	Красный	Синий	Чёрный

14. **Ответ — 0**. Назначение скетча — начальная инициализация двух двигателей А2, А3, которые представляют собой доработанные версии сервоприводов SG90. Доработка заключается в устранении ограничителей и упоров [5], после чего вал крутится непрерывно, но его скорость и направление движения зависят от длительности управляющих импульсов. В рассматриваемом скетче выдача команды на установку скоростей производится в строках 10, 12, но конкретные числа задаются в строке 5. Именно здесь можно точно выставить состояние покоя устройства.

15. **Ответ — 0**. Назначение скетча — организация поворота гусениц танка по удалённой команде "3" (строка 10). Строки 11, 12 задают направление и скорость вращения соответственно правой и левой гусениц танка. Состояние покоя танка определяется специально подобранными "серединными" байтами **PR=65** и **LE=79**. В строках 11, 12 происходит их уменьшение **PR-dPR** и увеличение **LE+dLE**, в результате чего левая гусеница движется вперёд, а правая — назад. Танк поворачивает вправо, вплоть до отмены команды "3".

16. **Ответ — 1**. В самодвижущемся механизме, который управляется скетчем **TELEGKA_bb.ino**, применяются два мотора. Один из них — сервопривод SG90 с углом поворота 0...180 градусов, другой — переделанный сервопривод SG90 с непрерывным вращением вала, условно называемый "двигатель". По отрывку скетча, в котором отсутствуют авторские комментарии, можно лишь выяснить, что моторы подключаются к выводам 7 и 8 Arduino. Однако со 100-процентной уверенностью определить, какой из объектов сервопривод, а какой двигатель, не представляется возможным, поскольку используется одна и та же библиотека функций **Servo.h**, а начальные установки в строке 5 могут быть разными.

ЛИТЕРАТУРА


1. Micro Servo 5-10g. — URL: **http://www.towerpro.com.tw/product-category/servos-parts/micro-servo/** (09.01.21).

2. SG90 vs MG90S vs TGY-9025MG. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=yk9gb_0irfo** (09.01.21).

3. NHYTech SG90 9g 4.8-6V. — URL: **https://www.newegg.com/p/1SW-0121-00SR1** (09.01.21).

4. YT2462B. — URL: **https://datasheetspdf.com/pdf-file/XianSwip/YT2462B/1** (09.01.21).

5. **Мамичев Д.** Тележка с дистанционным управлением на одном ведущем колесе. — Радио, 2019, № 7, с. 62—64.


ЗУ на основе модуля питания светодиодов
И. НЕЧАЕВ, г. Москва
ОДНА ЗАРЯДКА — МНОГО ВАРИАНТОВ
Li-FePO4
Li-polymer
Li-Ion
(см. статью на с. 38)



КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач.
Описание компьютера опубликовано в журнале "РАДИО" в номерах 1 – 4 за 2021 год.